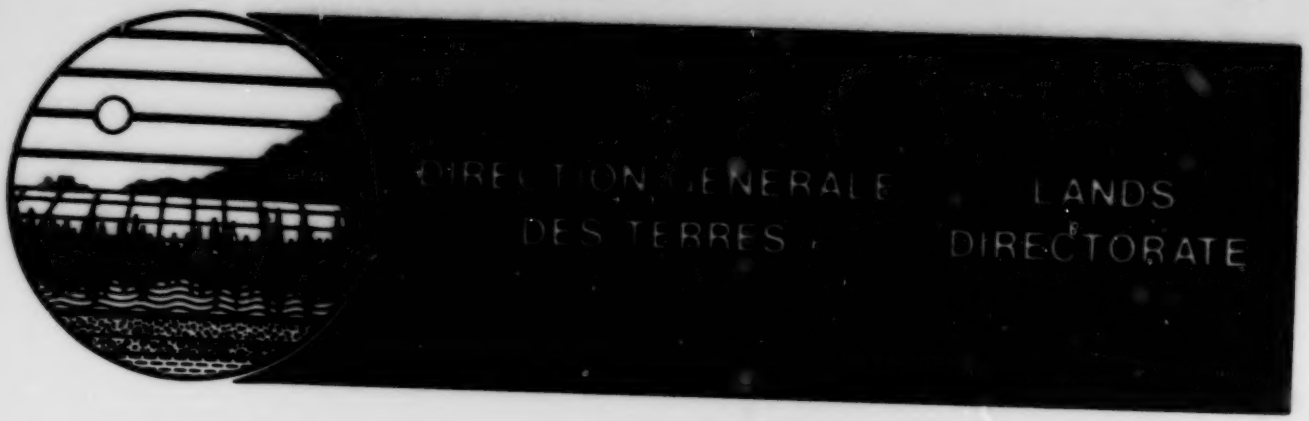


LA DÉGRADATION DES TERRES AGRICOLES DE LA PRAIRIE CANADIENNE:

GUIDE DES PUBLICATIONS

ET BIBLIOGRAPHIE ANNOTÉE

DOCUMENT DE TRAVAIL N° 37

Environnement Canada Environment Canada

Canada

86-02030/

LA DÉGRADATION DES TERRES AGRICOLES DE LA PRAIRIE CANADIENNE:

GUIDE DES PUBLICATIONS

ET BIBLIOGRAPHIE ANNOTÉE

Paul D. Bircham
et
Hélène C. Bruneau

Mars 1985

Rapport préparé par la
Direction de la politique
et de la recherche sur l'utilisation des terres

Direction générale des terres
Service de la conservation de l'environnement
Environnement Canada

Document de travail n° 37

Also available in English under the following title:

Degradation of Canada's Prairie Agricultural Lands:
A Guide to Literature and Annotated Bibliography

Ministre des Approvisionnements et Services 1985
N° de cat. En 73-4/37F
ISBN 0-662-93032-0

RÉSUMÉ

Le territoire agricole des Prairies canadiennes est essentiel à la réalisation des objectifs économiques et à la création d'emplois au niveau national. Les spécialistes de la ressource "terre" ont écrit beaucoup sur l'état et l'avenir des terres agricoles des Prairies. Le présent rapport vise à donner un aperçu global des préoccupations en la matière, et se veut aussi un ouvrage de référence. Il assistera le gouvernement fédéral dans la mise en application de la Politique fédérale sur l'utilisation des terres (Gouvernement du Canada, 1981) et des autres principes énoncés relativement aux ressources terrestres, dont le Principe de gestion des terres fédérales. Ce document devrait être également utile aux agriculteurs, aux citoyens intéressés et aux administrateurs, ainsi qu'aux politiciens et aux preneurs de décisions. Il passe en revue les principales sources d'information de même qu'un échantillon représentatif des plus récents ouvrages scientifiques sur la question.

La première partie décrit les grandes lignes des principaux documents d'information, de même que les préoccupations des scientifiques au sujet des contraintes qui menacent le rendement soutenu des terres agricoles des Prairies. La seconde partie renferme une bibliographie annotée des 71 livres, rapports et articles échantillonnés. Somme toute, ce rapport constitue un recueil d'information très détaillé sur une multitude de sujets touchant la dégradation des terres dans les Prairies.

ABSTRACT

The agricultural land base of Canada's Prairies is critical to meeting national economic and employment goals. Much has been written about the state and prospects of agricultural land on the Prairies by land resource specialists. It is the intent of this report to provide an introductory overview of the issues, and to act as a reference tool. It will aid the Federal Government in the implementation of the Federal Policy on Land Use (Government of Canada, 1981), as well as in other federal land resource commitments -- notably, the Federal Land Management Principle. It should also be of use to farmers, concerned citizens, administrators, and other decision-makers. The report explores the basic sources, as well as a representative sample of the recent work of specialists, on agricultural land degradation on the Prairies.

Part I of this report outlines substantial basic information about, and the concerns of scientists related to, stresses threatening the likelihood of sustained production from this key agricultural land resource. Part II contains annotated listings for the 71 books, reports and articles surveyed specifically for this publication. Thus, the report serves as a guide to more extensive and detailed information on the many aspects of Prairie agricultural land degradation.

REMERCIEMENTS

La préparation du présent rapport a nécessité la participation et le concours de nombreuses personnes. La révision du document provisoire a été généreusement effectuée par les collaborateurs suivants:

- John W.B. Stewart, directeur, H.P.W. Rostad et D.W. Anderson, du Saskatchewan Institute of Pedology de Saskatoon.
- Gary Carlson, coordonnateur (sensibilisation à la conservation des sols) et Malcolm Black, spécialiste de l'érosion et de la fertilité des sols, Administration du rétablissement agricole des Prairies, Agriculture Canada, Régina.
- D.R. Coote, Institut de recherches sur les terres, Agriculture Canada, Ottawa.
- David Gierman (Programme de surveillance de l'utilisation des terres au Canada), Arthur Petch (Division de l'analyse de la planification des terres) et Edward W. Manning (chef, Division de l'analyse de l'utilisation des terres), Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa.

Nous désirons exprimer notre reconnaissance à chacune de ces personnes. Les auteurs assument cependant la responsabilité des erreurs ou des omissions qui pourraient être relevées.

La préparation des cartes et des figures a été confiée à la Division du dessin, Service de la conservation de l'environnement, et plus spécialement à Mark Allen. L'édition française a été revue par Hélène Laplante de Néotech Communications. Carole Aubin-Lalonde nous a également apporté une précieuse collaboration au traitement de texte. Nous aimerions enfin remercier Debora Moncada ainsi que les autres employés de la Direction générale des terres qui ont contribué à la réalisation du présent document.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	iii
REMERCIEMENTS	iv
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	viii
1.0 INTRODUCTION	1
PARTIE I	
2.0 PERTES DE MATÉRIAUX	8
2.1 Érosion hydrique et éolienne	8
2.1.1 Processus -- Érosion hydrique	
2.1.2 Régions touchées, importance et tendances -- Érosion hydrique	
2.1.3 Processus -- Érosion éolienne	
2.1.4 Régions touchées, importance et tendances -- Érosion éolienne	
2.1.5 Causes	
2.1.6 Conséquences	
2.2 Pertes de matières organiques et fertilité	16
2.2.1 Processus, causes et conséquences	
2.2.2 Régions touchées, importance et tendances	
2.3 Affaissement des sols organiques	19
3.0 DÉGRADATION CHIMIQUE	20
3.1 Salinisation	20
3.1.1 Processus	
3.1.2 Régions touchées, importance et tendances	
3.1.3 Causes	
3.1.4 Conséquences	
3.1.5 Étude des sols solonetziques	
3.2 Acidification	29
3.2.1 Processus et causes	
3.2.2 Régions touchées, importance et tendances	
3.2.3 Conséquences	
3.3 Contamination	31
a) Déversements et retombées	
b) Évacuation des boues	
c) Résidus de pesticides	

		Page
4.0	DÉGRADATION PHYSIQUE	
	4.1 Tassement du sol	33
	4.2 Mélange et perturbation	33
	4.2.1 Processus, causes et conséquences	33
	4.2.2 Régions touchées, importance et tendances	
5.0	SOLUTIONS	
	5.1 Érosion éolienne et hydrique: prévention et contrôle	37
	5.1.1 Labour de conservation (non-labour ou travail minimal du sol)	37
	5.1.2 Jachère avec produits chimiques	
	5.1.3 Brise-vent et écrans	
	5.1.4 Canaux de drainage gazonnés, contrôle du ravinement et culture en terrasses	
	5.1.5 Culture en courbes de niveau	
	5.1.6 Culture en bandes parallèles et suivant les courbes de niveau	
	5.1.7 Cultures de couverture et culture de plantes d'hiver	
	5.1.8 Rotation des cultures de plantes fourragères et de légumineuses	
	5.1.9 Paillage en ligne interrompue	
	5.1.10 Interruption de la culture sur les terres sensibles à l'érosion	
	5.1.11 Analyse globale des systèmes de production et des cultures	
	5.2 Pertes de matières organiques et affaissement des sols: prévention et contrôle -- l'utilisation rationnelle des sols	47
	5.2.1 Rotations prolongées, cultures adaptées au degré d'humidité du sol et culture continue	
	5.2.2 Agriculture biologique	
	5.2.3 Inhibiteurs de nitrification et application d'engrais en nids et en bandes	
	5.3 Sols organiques: gestion	48
	5.4 Salinité: prévention et contrôle de la salinité et remise en état des terres	48
	5.4.1 Conservation et utilisation judicieuse de l'humidité	
	a) Gestion de la neige	
	b) Irrigation à partir des fondrières	
	c) Travail du sol réduit	
	d) Culture de plantes tampons dans les zones d'infiltration	
	e) Rotation des cultures dans les zones d'infiltration	
	5.4.2 Détection précoce des infiltrations	
	5.4.3 Application d'engrais	
	5.4.4 Cultures résistantes aux sels	
	5.4.5 Drainage en surface	
	5.4.6 Nivellement des terres	
	5.4.7 Méthodes d'irrigation	
	a) Drainage souterrain	
	b) Installation de revêtements intérieurs dans les canalisations et d'écrans de plastique	
	5.5 Sols solonetziques: gestion et amélioration	53
	5.5.1 Labour profond	
	5.5.2 Application de produits chimiques	
	5.5.3 Rotation des cultures, drainage et travail du sol	

		Page
5.6	Acidification: prévention, contrôle et gestion 5.6.1 Chaulage 5.6.2 Cultures résistantes aux acides 5.6.3 Solutions possibles	54
5.7	Contamination par le pétrole: remise en état des terres	54
5.8	Dégradation physique: prévention et contrôle	55
5.9	Répercussions économiques découlant de l'application de mesures de conservation du sol	55
6.0	ROLE DES GOUVERNEMENTS	57
6.1	Rôle actuel	57
6.2	Rôle possible	61
7.0	VERS UNE PRODUCTION AGRICOLE VIABLE DANS LA RÉGION DES PRAIRIES	66
8.0	PUBLICATIONS COMPLÉMENTAIRES	69
	PARTIE II	
9.0	LISTE DES PUBLICATIONS ÉCHANTILLONNÉES	74
10.0	BIBLIOGRAPHIE ANNOTÉE	79
	LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL	151

LISTE DES TABLEAUX

		Page
1.1	"Schéma" du document de travail	4
1.2	Guide des publications	6
2.1	Utilisation des terres agricoles, Prairies, 1981	15
5.1	Problèmes de dégradation des terres -- proposition de solutions éprouvées	38
5.2	Solutions aux problèmes de dégradation -- actions possibles	40
5.3	Répercussions économiques découlant de l'application de mesures de conservation du sol, 1982-2000	56

LISTE DES FIGURES

1.1	Superficie agricole des Prairies canadiennes	2
2.1	Situation géographique des lieux cités	10
2.2	Schéma des grandes zones de sol	11
2.3	Pertes de matière organique dans les horizons "A", par zone de sol, Prairies	18
3.1	Formation d'un puits salin	21
3.2	Profondeur du système radiculaire et niveau de la nappe phréatique -- blé, graminées et luzerne	24
3.3	Variation des taux d'infiltration, leurs effets sur la formation de puits salins	25
3.4	Superficie et pourcentage de terres en jachère d'été, Prairies, 1911-1981	26
3.5	Principales étendues de sols solonetziques, Prairies	28
6.1	Dépenses des gouvernements fédéraux, des provinces et des états américains au titre de la conservation des sols et de l'eau, Canada et États-Unis	58
7.1	Répercussions sur la productivité (maïs, Minnesota)	67
7.2	La baisse de la productivité du sol a été dissimulée par les progrès de la technologie	68

1.0 INTRODUCTION

En sa qualité de nation, le Canada se doit d'accroître considérablement sa production d'aliments de même que ses exportations. D'après la Stratégie agro-alimentaire (Agriculture Canada, 1981), il faudrait augmenter la production agricole nationale des deux tiers d'ici l'an 2000. En ce qui a trait à l'exportation de céréales, la Commission canadienne du blé a fixé un objectif de 36 millions de tonnes pour l'année 1990, soit 20 p. 100 de plus que les chiffres de 1984 qui reflétaient une augmentation importante, quoique récente. Pour y arriver, il a fallu et il faudra toujours compter sur une meilleure utilisation des terres exploitées actuellement étant donné les minces réserves dont nous disposons. De plus, la plupart des terres canadiennes inexploitées et pouvant assurer une production agricole à l'échelle commerciale sont situées à la lisière nord de la zone cultivée des Prairies (fig. 1.1). Ces terres sont fragiles en raison du climat et moins productives que la plupart des autres terres des Prairies. C'est ainsi que les Prairies, qui produisent déjà la plus grande partie des céréales cultivées au Canada tout en étant la seule région exportatrice d'aliments dont la balance commerciale n'est pas déficitaire, seront inévitablement appelées à contribuer à la majeure partie de l'augmentation de la production agricole au Canada.

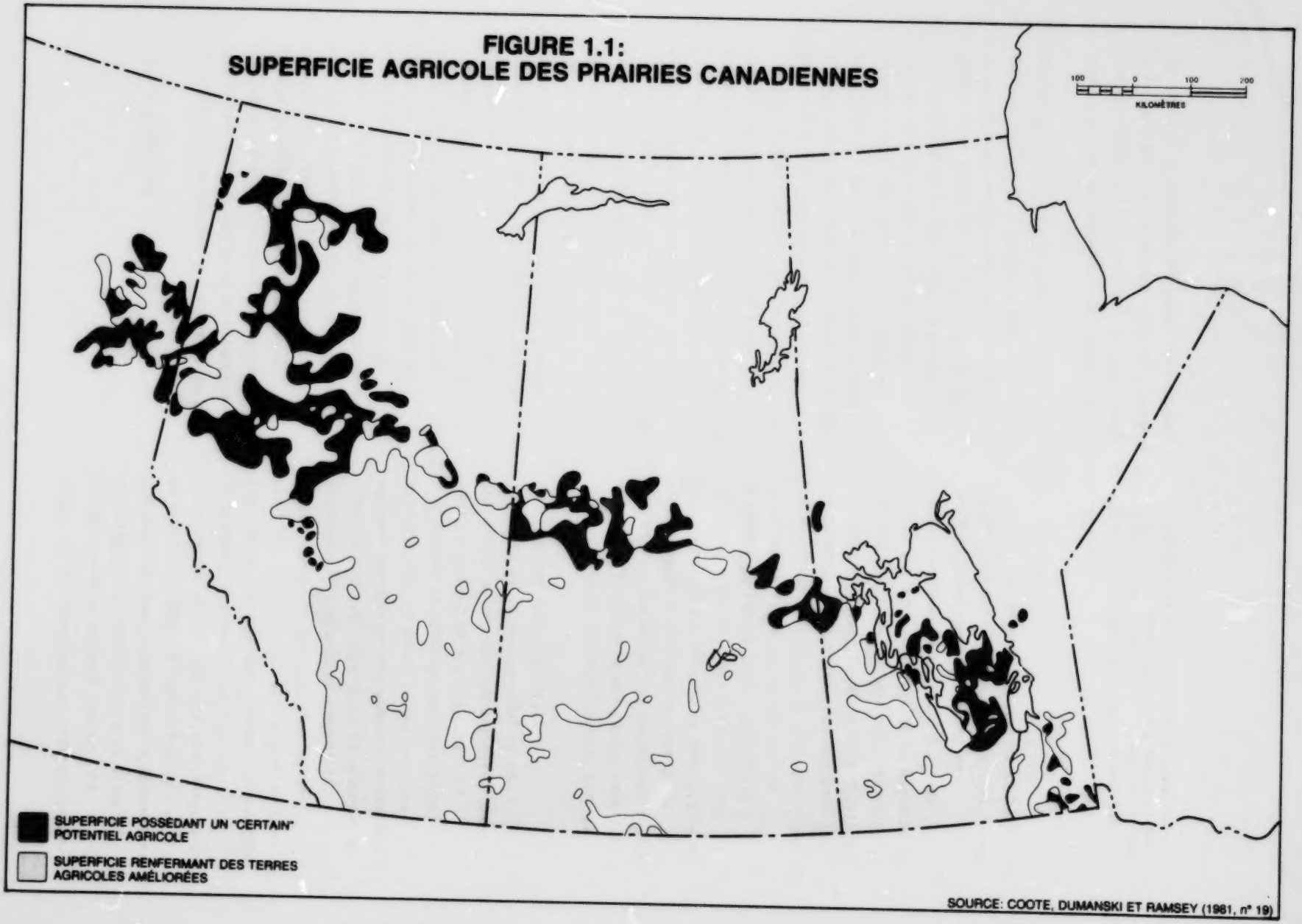
L'agriculture représente la deuxième plus grande industrie au Canada; elle génère près d'un demi million d'emplois, 18,2 milliards de dollars de recettes agricoles en espèces (1984) et des exportations d'une valeur de 9,5 milliards de dollars (1983). La réalisation des grands objectifs fixés à l'échelle nationale en matière d'économie et de création d'emplois repose donc sur la conservation du territoire agricole affecté à la production alimentaire. Pourtant, le territoire agricole des Prairies, qui occupe une place primordiale, est de plus en plus menacé en raison des pratiques de gestion actuelles et antérieures (Coote, 1983, n° 17; Alden et Vescera, 1984).* L'on retrouve des régions comparables aux Prairies canadiennes ailleurs dans le monde -- les prairies semi-arides du Moyen-Orient, par exemple. Dans la plupart de ces prairies, les ressources du sol ont été détruites par l'érosion et le surpâturage, ce qui a entraîné une désertification.

Dans le présent document, rédigé dans la mesure du possible en des termes courants, les auteurs analysent les différents points de vue actuels des spécialistes de la ressource "terre" en rapport avec l'état du territoire agricole des Prairies. Ils exposent également leurs idées quant à l'impact de cette situation sur les perspectives de soutien et d'accroissement de la production agricole. Les lecteurs qui désirent des renseignements plus détaillés peuvent consulter des ouvrages particuliers. Il est également possible de se procurer un certain nombre d'excellents articles scientifiques (Administration du rétablissement agricole des Prairies -- ARAP, 1983, n° 58; Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19, etc.).

---

* Pour comprendre la signification des numéros de renvoi, voir ci-dessous. Les références numérotées sont annotées au chapitre 10 et énumérées au chapitre 9.

FIGURE 1.1:
SUPERFICIE AGRICOLE DES PRAIRIES CANADIENNES



SOURCE: COOTE, DUMANSKI ET RAMSEY (1981, n° 19)

Le présent rapport vise à donner un aperçu global de la question tout en servant d'ouvrage de référence. Il est divisé en deux grandes parties. La première traite de la dégradation des terres dans les Prairies, et fournit des renseignements qui permettent de mieux comprendre les problèmes. L'on y aborde également les préoccupations des scientifiques face à la situation dans les Prairies. La deuxième partie renferme une bibliographie annotée des 71 ouvrages, rapports et articles échantillonnés. Chaque annotation comporte une description de l'article ainsi qu'un aperçu général des conclusions de l'auteur.

Les 71 références citées ne représentent pas un inventaire exhaustif comme en témoignent les autres publications mentionnées dans la Partie I.

La Partie I présente une analyse des différentes formes de dégradation des terres dans les Prairies (d'après les trois formes décrites par Coote, 1983, n° 17):

1) pertes de matériaux (chapitre 2) attribuables à:
   - l'érosion hydrique et éolienne,
   - la perte de matières organiques,
   - l'affaissement des sols organiques;

2) dégradation chimique (chapitre 3) attribuable à:
   - la salinisation,
   - l'acidification,
   - la contamination;

3) dégradation physique (chapitre 4) attribuable au:
   - tassement,
   - mélange et perturbation.

Dans ces trois chapitres sont d'abord décrits les processus physiques propres à chaque forme de dégradation. L'on traite ensuite des régions touchées, de l'importance de la dégradation et des tendances pour chaque forme. Les principales causes d'origine anthropique ainsi que leur incidence sur les Prairies sont aussi abordées. Chaque section se termine par un aperçu de l'impact socio-économique et environnemental.

La présente étude se penche uniquement sur les formes de dégradation mentionnées ci-dessus. Les auteurs passent délibérément sous silence les divers processus d'urbanisation, les différentes utilisations des terres urbaines de même que l'influence du milieu urbain, car s'il est vrai que ces processus et ces phénomènes peuvent détruire ou réduire le potentiel du territoire agricole, il reste que l'urbanisation porte essentiellement sur la répartition des terres. Si le lecteur désire approfondir le sujet, il peut consulter les ouvrages suivants: Les effets de l'établissement d'ex-citadins en milieu rural: une rétrospective de la littérature canadienne (McRae, 1980); Les terres et l'automobile: bibliographie sélective (Simpson-Lewis et McKechnie, 1981); certaines parties de Les terres: stress et impacts (Simpson-Lewis, McKechnie et Neimanis, 1983); The City's Countryside (Bryant, Russwurm et McLellan, 1982); The Rural-Urban Fringe -- Canadian Perspectives (Beesley et Russwurm, 1981) et The Impact of Non-Farm Development on Agriculture: A Synthesis (Bryant et Russwurm, 1979).

Au chapitre 5, l'on examine la gamme de solutions applicables aux Prairies, celles-ci ayant été proposées ou analysées dans les ouvrages échantillonnés. Il s'agit de solutions techniques ou de moyens à la portée de l'agriculteur. Le chapitre 6 traite des mesures gouvernementales, celles en vigueur et celles qui sont proposées (y compris les

TABLEAU 1.1:

"SCHÉMA" DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Formes de dégradation des terres / Aspects de la dégradation des terres	Pertes de matériaux				Dégradation chimique			Dégradation physique	
	Érosion hydrique	Érosion éolienne	Pertes de matières organiques	Affaissement des sols organiques	Salinisation	Acidification	Contamination	Tassement	Mélange et perturbation
Processus physique	2.1.1	2.1.3	2.2.1	2.3	3.1.1, 3.1.5	3.2.1	3.3	4.1	4.2.1
Régions touchées, importance et tendances	2.1.2	2.1.4	2.2.2	2.3	3.1.2, 3.1.5	3.2.2	3.3	4.1	4.2.2
Causes	2.1.5	2.1.5	2.2.1	2.3	3.1.3	3.2.1	3.3	4.1	4.2.1
Conséquences	2.1.6	2.1.6	2.2.1	2.3	3.1.4	3.2.3	3.3	4.1	4.2.1
Solutions	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7
Rôle du gouvernement	- - - - CHAPITRE 6 - - - -				- - - - CHAPITRE 6 - - - -			CHAPITRE 6	

mesures controversées). Le lecteur intéressé uniquement par des points bien précis peut consulter le "schéma" du document de travail (voir tableau 1.1). Le chapitre 7 met fin à l'aperçu général en résumant brièvement la portée des données analysées dans le présent document.

Ce document renferme de nombreux renvois à des ouvrages de référence que le lecteur peut consulter s'il sent le besoin d'approfondir un sujet en particulier. Les références numérotées (par ex. Batie, 1983, n° 3) se rapportent aux ouvrages énumérés dans la bibliographie annotée du chapitre 9. Les coordonnées de toutes les autres sources sont indiquées au chapitre 8.

Le diagramme du tableau 1.2 a servi à illustrer un échantillonnage représentatif des publications disponibles. Il permet de plus au lecteur de repérer encore plus facilement les sources correspondant à ses intérêts particuliers. Grâce à ce diagramme, il est possible d'établir un lien entre les aspects de chaque forme de dégradation et les documents s'y rattachant. Pour chaque problème de dégradation, l'on peut prendre connaissance des solutions éventuelles et des responsabilités du gouvernement en la matière. Les auteurs soulignent les rapports importants ainsi que les documents utilisés dans la Partie I du guide. Ils espèrent que ce guide des publications accroîtra l'utilité du rapport.

Les chercheurs scientifiques se penchent de plus en plus sur les problèmes de dégradation en raison de leur importance reconnue tant à l'échelle économique qu'environnementale. La dégradation des terres ne cesse de faire l'objet de nouvelles publications. Les auteurs sont ainsi au courant des principaux rapports en cours de préparation au Conseil des sciences du Canada et au Conseil consultatif de l'environnement du Canada. Il est également fait mention des travaux de recherche particuliers et des rapports nouvellement parus ou à paraître.

Il y a lieu de préciser qu'un certain nombre de conclusions auxquelles en viennent les auteurs cités ne font pas nécessairement l'unanimité. Au contraire, certaines demeurent toujours controversées. L'étude approfondie du problème de la "dégradation des terres" n'en est qu'à ses balbutiements, et il arrive fréquemment de déplorer l'absence de constatations bien étayées. Quelques études renferment ou présentent des hypothèses et des interprétations qui ne sont pas accueillies favorablement. Elles n'ont pas toujours été bien vérifiées, et il peut s'agir de résultats préliminaires. Prenons comme exemple le cas du rapport publié récemment par Anderson et al (1984) dans lequel les coûts générés par la salinisation des terres des Prairies diffèrent totalement de ceux exposés dans le rapport antérieur de l'ARAP (1983, n° 58). L'on retrouve le même genre de situation à la lecture d'articles publiés dans des revues spécialisées et d'ouvrages qui ne sont pas scrutés minutieusement par les collègues chercheurs avant leur publication. Le cas échéant, le lecteur doit en interpréter les résultats avec vigilance tant qu'il n'a pas obtenu de preuve concluante. Dans la mesure du possible, il est prévenu des divergences d'opinions. Il faudra peut-être approfondir les sujets d'intérêt, et c'est à cette fin que le diagramme s'avère un instrument pratique lorsque vient le temps de consulter d'autres sources.

TABLEAU 1.2:

GUIDE DES PUBLICATIONS

Aspects de la dégradation des terres / Formes de dégradation des terres	Pertes de matériaux				Dégradation chimique			Dégradation physique		
	Érosion hydrique	Érosion éolienne	Pertes de matières organiques/ fertilité	Affaissement des sols organiques	Salinisation	Acidification	Contamination	Tassement	Mélange et perturbation	Autres/ Généralités
Processus physique	17, 58, 19, 11, 15, 18, 3, 59, 14.		17, 19, 11, 46, 15, 1, 13, 49, 36, 62, 5, 48, 59, 14.	17, 19, 50.	17, 31, 67, 8, 33, 19, 11, 15, 66, 57, 59, 38, 14, 32.	17, 19, 34, 46, 14, 68.	17, 19, 14, 68.	9, 17, 19, 14.	17, 19, 14, 68.	---
Régions touchées, importance et tendances	17, 19, 18, 58, 11, 15, 22, 69, 36, 3, 28, 41, 59, 61, 14, 24.		17, 19, 11, 62, 48, 13, 69, 36, 52, 46, 15, 5, 9, 58, 59, 61, 14, 24.	17, 19, 50, 46, 14.	17, 67, 58, 8, 19, 11, 46, 31, 15, 22, 69, 66, 57, 7, 52, 59, 38, 61, 14, 24.	19, 56, 34, 58, 30, 14, 68, 17, 46.	46, 19, 68, 14.	22, 14, 17, 19.	32, 68, 14, 17, 19.	22, 20, 69, 21.
Causes (d'origine anthropique)	11, 40, 58, 3, 60, 15, 55, 42, 18, 69, 64, 63, 36, 21, 28, 9, 6, 35, 41, 22, 30, 61, 54, 37, 48, 39.		17, 11, 13, 48, 58, 5, 62, 43, 19, 10, 54, 46, 60, 15, 55, 42, 40, 69, 64, 63, 49, 36, 52, 62, 21, 9, 6, 61, 16, 35, 58, 59, 30, 53, 6, 14, 24.	17, 50, 19.	17, 32, 67, 46, 60, 15, 31, 55, 22, 40, 69, 64, 63, 66, 57, 7, 52, 21, 6, 35, 58, 23, 59, 30, 38, 53, 61, 14, 24, 43.	46, 34, 58, 68, 56, 30, 14, 19.	46, 68.	19, 10.	32.	29, 63, 70, 2, 47.

Conséquences physiques	17, 20, 58, 1, 43, 19, 10, 11, 46, 60, 45, 18, 69, 36, 3, 28, 9, 6, 41, 59, 61, 14, 24, 39, 22, 69.	11, 17, 19, 48, 58, 5, 62, 13, 69, 49, 36, 9, 6, 58, 28, 61, 14, 62, 24, 10, 4, 60.	17, 19, 45, 50, 14.	67, 58, 24, 17, 19, 11, 46, 60, 31, 22, 69, 66, 57, 6, 59, 38, 23, 61, 24, 8.	46, 56, 17, 19, 34, 58, 14.	46, 17, 19, 14, 68.	40, 9, 22, 48.	32, 17, 19, 14.	15, 70, 16.
Conséquences socio-économiques	17, 58, 1, 42, 20, 69, 3, 28, 37, 14, 18.	17, 5, 42, 20, 69, 48, 58, 14, 16.	---	67, 14, 58, 16, 17, 69, 66, 38.	56, 14, 58.	17, 14.	22, 9, 14, 17, 19.	17, 14.	15, 55, 45, 42, 16, 69, 26, 47, 70, 24.
Solutions	40, 20, 3, 28, 6, 36, 69, 51, 65, 58, 11, 22, 64, 49, 36, 21, 35, 30, 53, 57, 46, 66, 7, 48, 17, 19, 13, 39, 43, 25, 10, 46, 60, 39, 55, 45, 1, 69, 63, 41, 59, 61, 14, 24.	35, 50, 40, 36, 48, 13, 20, 54, 11, 22, 13, 69, 63, 49, 9, 6, 65, 58, 44, 53, 16, 62, 49, 70, 65, 39, 64, 60, 55, 11, 35, 57, 7, 59, 47, 41, 43, 10, 46, 51, 64, 21, 5, 30, 61, 14, 24, 17, 19.	17.	43, 51, 31, 66, 34, 33, 53, 36, 40, 11, 54, 55, 63, 57, 7, 52, 67, 6, 35, 30, 16, 62, 29, 21, 39, 70, 11, 46, 60, 22, 69, 64, 21, 5, 65, 59, 23, 61, 14, 24, 70, 3, 39, 8.	34, 58, 17, 10, 56, 30, 14, 68, 46.	46, 68, 19.	22, 9, 17, 10, 69, 64, 60.	32.	22, 69, 47, 70, 44.
Rôle du gouvernement	41, 28, 58, 14, 17, 34, 15, 35, 22, 16, 6, 2, 26, 45, 3, 37, 25, 40, 53, 4, 46, 58, 16, 66, 67, 38, 34, 68, 64, 32, 69, 47.								

2.0 PERTES DE MATÉRIAUX

Les terres agricoles subissent une dégradation en raison des pertes de matériaux, et ces dernières sont attribuables à quatre facteurs principaux (d'après Coote, 1983, n° 17):

1) érosion hydrique (2.1),
2) érosion éolienne (2.1),
3) pertes de matières organiques en raison d'une multitude de pratiques et de processus (2.2),
4) affaissement des sols organiques ou tourbeux (2.3).

2.1 Érosion hydrique et éolienne

2.1.1 Processus -- Érosion hydrique

Les premières manifestations de l'érosion hydrique surviennent habituellement au moment où les particules de sol sont éclaboussées par les gouttes de pluie (ARAP, 1983, n° 58). Lorsque la capacité de rétention capillaire du sol est réduite à néant, les particules qui le recouvrent commencent à être entraînées par une mince couche d'eau -- c'est l'érosion en nappe. L'accumulation de l'eau de ruissellement dans de petits sillons produit l'érosion en rigoles. L'érosion en ravines survient à une étape plus avancée, et les petites rigoles se transforment éventuellement en ravines qui atteignent le sous-sol. Des dépôts se forment au bas des pentes (des particules grossières au tout début, suivies de particules de plus en plus fines) tandis que les nappes d'eau adjacentes se remplissent de sédiments.

Le ruissellement attribuable à la fonte des neiges et aux chutes de pluie érode tous les sols, même les terres couvertes d'une abondante végétation et non cultivées. Les principaux facteurs qui déterminent l'ampleur de l'érosion hydrique sont les suivants (Coote, 1983, n° 17; ARAP, 1983, n° 58):

1) sensibilité du sol qui est fonction:
   -- de la répartition granulométrique ou de la texture du sol,
   -- de la teneur en matières organiques,
   -- de la perméabilité du sol, de sa capacité de rétention capillaire et de son potentiel comme véhicule de l'eau,
   -- du degré d'agrégation des particules de sol en particules composées,
   -- de la stabilité structurale;
2) intensité de la pluie et du ruissellement;
3) inclinaison, longueur et configuration des pentes;
4) présence de couches de glace dans le sol qui diminuent sa capacité de rétention capillaire;
5) présence d'une couverture végétale ou d'une couche de débris végétaux.

2.1.2 Régions touchées, importance et tendances -- Érosion hydrique

Coote, Dumanski et Ramsey (1981, n° 19) signalent que la plupart des terres céréalières des Prairies présentent un risque "relatif modéré" d'érosion hydrique compte tenu des techniques de culture. L'évaluation du risque repose sur des projections quant à l'écoulement annuel des eaux vers les cours d'eau, sur une chute de pluie d'une durée maximale d'une heure au cours d'une période de dix ans et sur la texture du sol de surface. Règle générale, l'érosion résulte des pluies torrentielles peu fréquentes. Partout dans les Prairies, l'érosion en nappe gruge les buttes tandis que l'érosion en rigoles et en ravines sévit près des ponceaux

(Coote, 1983, n° 17; Coote, 1984, n° 18). C'est dans la partie sud de cette région que les pluies sont les plus fortes. Stewart (1985b) signale qu'à cet endroit, l'on constate souvent des pertes de sol jusqu'à une profondeur à laquelle le sous-sol, moins fertile, devient exposé ou encore fait surface à la suite du labourage. Les terres vallonnées et en pentes comme les régions montagneuses de Turtle, Pembina, Duck et Riding, les collines Tiger et la vallée de la Rivière Rouge (toutes situées dans le sud du Manitoba) sont les plus vulnérables à l'érosion du sol.*

Dans les parties les plus humides, en particulier sur les contreforts des Rocheuses en Alberta, dans la région de la Rivière de la Paix, dans les zones de luvisol gris,** et dans la zone inondable (dictionnaire des techniques de l'eau) du sud du Manitoba, les chutes de pluie annuelles et le ruissellement des eaux de fonte des neiges représentent les facteurs les plus importants. En raison de l'effet combiné des sols à texture fine, de la nature du réseau hydrographique profondément encaissé, des jachères d'été très répandues et du recours irrégulier aux mesures de contrôle, l'érosion hydrique est considérée comme un problème grave dans la région de la Rivière de la Paix. L'on retrouve une situation semblable au pied des contreforts des Rocheuses en Alberta et dans le centre-est de la Saskatchewan (de Prince-Albert à Yorkton).

Une mauvaise gestion des écoulements d'irrigation restitués et de l'eau d'irrigation inutilisée a entraîné l'érosion des ravines et des bordures des canaux dans le sud de l'Alberta et en Saskatchewan (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19). Certains champs irrigués ont également été ravagés par l'érosion en raison d'une mauvaise utilisation de l'eau.

L'ampleur de l'érosion hydrique varie énormément selon la région touchée, le type de sol, la rotation des cultures, etc. D'après l'ARAP (1983, n° 58), les pertes de sol totales se chiffrent à 117 millions de tonnes par année.* Ces pertes correspondent à une réduction de 30 500 milliers de tonnes de blé (pour chacune des années à venir) par rapport à la récolte totale.

La tendance générale est à une diminution des jachères d'été, à une augmentation de la culture de plantes à chaume et à un travail minimal du sol. Ces efforts devraient réduire le risque d'érosion hydrique. Par ailleurs, dans le sud du Manitoba, l'accroissement des surfaces vouées à la culture du maïs et du soja dans des sols à texture fine est un phénomène susceptible de jouer le rôle de contrepoids négatif. Il semble que l'érosion hydrique progresse dans la région de la Rivière de la Paix à cause du défrichage qui y est pratiqué massivement (Coote, 1983, n° 17).

---

* Voir la figure 2.1 pour connaître la situation géographique des lieux cités dans le présent rapport.

** Les luvisols sont des sols minéraux drainés de façon convenable ou imparfaite. Ces sols se sont formés dans des régions forestières soumises à un climat variant de modéré à frais. La figure 2.2 représente un schéma des grandes zones de sol.

* Une tonne métrique = 2 205 livres ou 1,1 tonne courte.

FIGURE 2.1:
SITUATION GÉOGRAPHIQUE DES LIEUX CITÉS

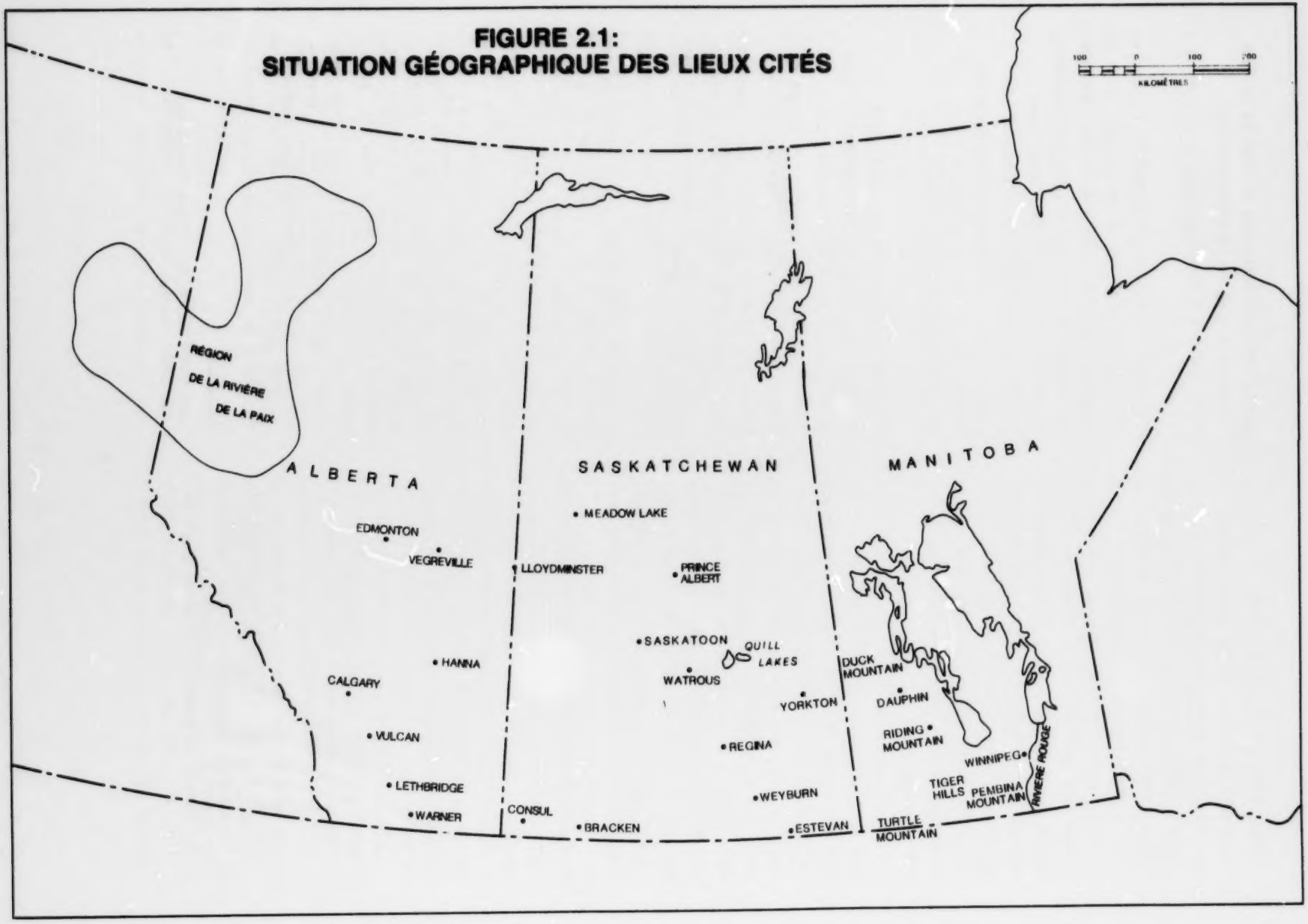
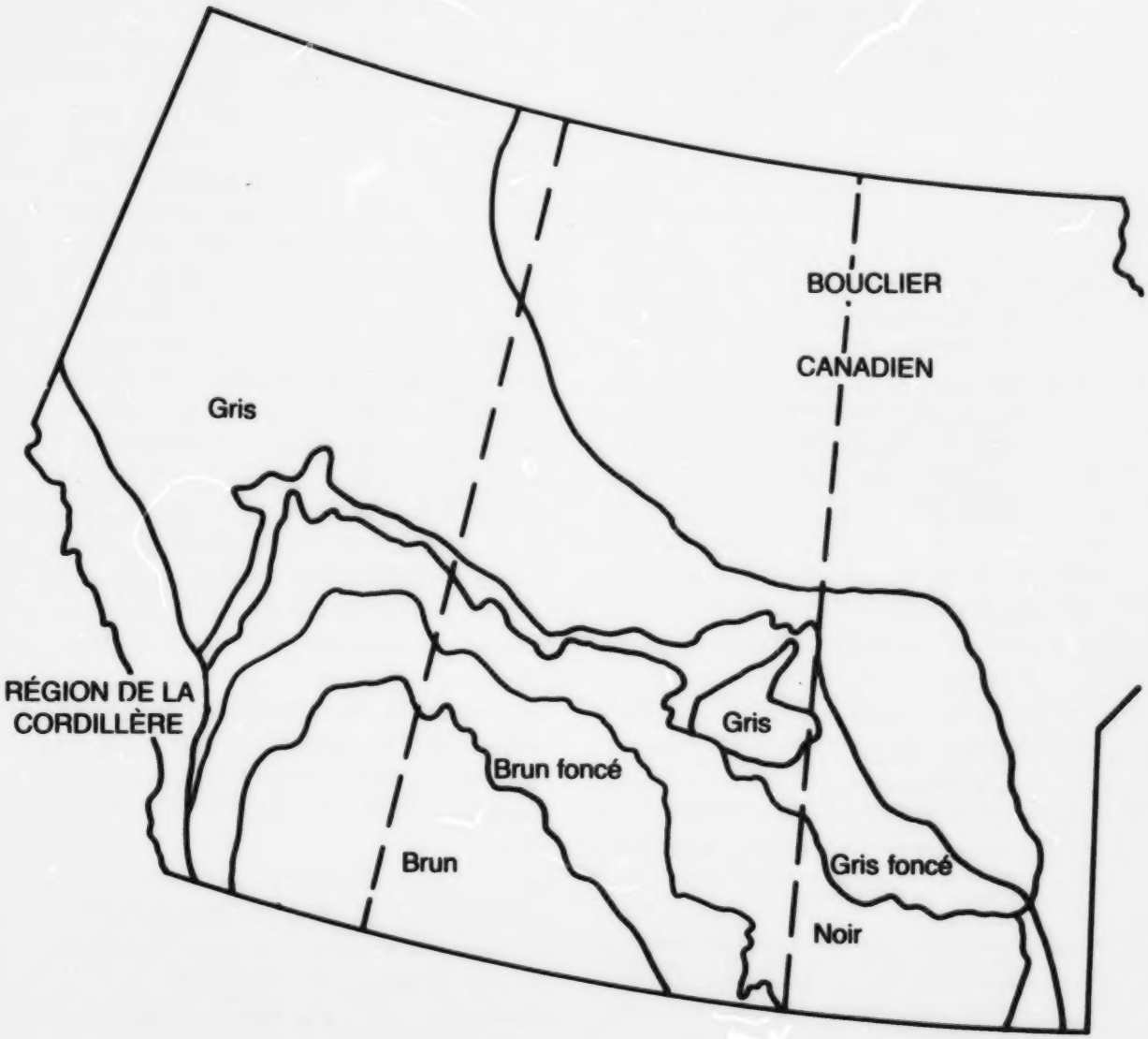


FIGURE 2.2:
SCHÉMA DES GRANDES ZONES DE SOL



2.1.3 Processus -- Érosion éolienne

L'érosion éolienne progresse selon les étapes suivantes (ARAP, 1983, n° 58):

1) détachement -- en raison du gel, du mouillage, de la pluie, de l'abrasion mécanique ou des particules emportées par le vent;

2) mobilité -- attribuable à des turbulences de 25 à 50 kilomètres/heure; les particules les plus fines sont les plus vulnérables;

3) déplacement -- les particules fines restent en suspension dans l'air; les particules grossières évoluent par bonds (saltation); les plus grosses particules (jusqu'à un millimètre de diamètre) sont poussées ou emportées dans un tourbillon par les particules déjà entraînées dans le mouvement de saltation;

4) sédimentation -- par l'intermédiaire de la pluie ou d'une vitesse du vent réduite; les particules grossières sont les premières à être déposées; les particules fines peuvent être entraînées sur une distance de plusieurs milles.

Les facteurs qui déterminent l'ampleur de l'érosion éolienne sont les suivants (ARAP, 1983, n° 58, Coote, 1983, n° 17):

1) vitesse du vent et turbulence -- dans les Prairies les vents sont très répandus et soufflent de façon continue de mars à mai, c'est-à-dire au moment où le sol est habituellement le moins protégé;

2) topographie -- les buttes, entre autres, sont plus menacées par l'érosion éolienne;

3) végétation -- la présence de plantes, de débris de culture et de brise-vent réduit la vitesse du vent au sol selon leur nombre, leur hauteur, leur orientation et leur texture; ces éléments jouent donc un rôle protecteur. La distance entre les coupe-vent (c'est-à-dire la largeur non protégée du champ) joue aussi un rôle déterminant dans l'intensité de l'érosion;

4) agrégats du sol -- les sols à texture fine et grossière sont plus vulnérables à l'érosion éolienne;

5) degré d'humidité -- les sols humides empêchent les particules de se détacher;

6) rugosité du sol -- elle fait varier la prise du vent au sol.

2.1.4 Régions touchées, importance et tendances -- Érosion éolienne

Les régions les plus vulnérables à l'érosion éolienne sont le sud-est de l'Alberta et le centre méridional de la Saskatchewan (région connue sous le nom de triangle de Palliser) (Coote, 1983, n° 17; ARAP, 1983, n° 58; Toogood, 1977). Les facteurs servant à évaluer les risques d'érosion éolienne sont les suivants: la vitesse maximale du vent pendant une heure au cours d'une période de dix ans, le degré d'humidité du sol et la texture du sol de surface. Le triangle de Palliser est la région du Canada la plus sensible à ce type d'érosion. Coote, Dumanski et Ramsey (1981, n° 19) soulignent que d'autres régions étendues présentent un risque modéré d'érosion éolienne, soit le sud-est du Manitoba, le sud-ouest de la Saskatchewan et les autres parties du sud de l'Alberta. Les vents forts, les terres non irriguées et le chinook soufflant pendant les mois d'hiver ont fait disparaître la couche arable en certains endroits.

Les périodes de sécheresse des années 20 et 30 ont donné lieu aux pires manifestations d'érosion éolienne, qui ont touché les terres dans une proportion de 2,4 millions d'hectares.* Selon des estimations faites en 1960, Johnson (1961) a constaté qu'un million d'hectares avaient été gravement érodés dans cette région, surtout par l'action

---

* Un hectare = 2,47 acres.

du vent. En outre, 2,7 millions d'hectares supplémentaires ont subi des ravages, mais à un degré moindre. Dans le cadre du Programme des pâturages communautaires (ARAP), plus de 800 000 hectares font l'objet d'une remise en état. Un autre million d'hectares de terres aurait été érodé gravement, tandis que 1,5 million d'hectares supplémentaires l'aurait été de légèrement à modérément, çà et là dans la vallée de la Rivière Rouge au Manitoba (érosion éolienne et hydrique). Les sols chernozémiques noirs soumis à un labourage intensif, les sols de la région de la Rivière de la Paix de même que les sols organiques du Manitoba présentent tous des risques d'érosion éolienne.* Les vents d'hiver menacent aussi les terres irriguées près de Lethbridge en Alberta où l'on s'adonne à la culture en lignes. D'après l'ARAP (1983, n° 58), les pertes attribuables à l'érosion éolienne dans les Prairies se chiffreraient à 160 millions de tonnes de sol arable par année, ce qui équivaut à une perte additionnelle de 41 400 tonnes de blé par année (8 p. 100 de la récolte dans les Prairies).

Depuis que l'on se préoccupe moins des risques d'érosion éolienne, la plupart des mesures de contrôle adoptées après la grande sécheresse sont en voie d'abandon (Bennett, 1982). La culture en bandes parallèles, par exemple, est beaucoup moins fréquente de nos jours, et lorsqu'on la pratique, les bandes sont habituellement plus éloignées les unes des autres de manière à laisser passer les machines agricoles. Cette évolution se fait toutefois au prix du pouvoir de résistance à l'érosion. De plus, la découverte de nouveaux débouchés pour le blé et le colza, et l'incertitude qui règne au sujet de l'élevage des bovins viennent compliquer la situation.

Dans l'ensemble ces modifications ont eu pour effet de favoriser les cultures de plein champ au détriment de la culture des plantes fourragères. Un certain nombre de terres marginales constituées de prairies permanentes sont mises en culture. Selon Coote, Dumanski et Ramsey (1981, n° 19), ces nouvelles pratiques seraient à l'origine des tempêtes de sable plus fréquentes dans le sud des Prairies. Par contre, la tendance actuelle vers un labour de conservation et la réduction des jachères d'été (en Alberta et au Manitoba) pourrait atténuer le risque d'érosion éolienne dans cette région. Quant aux conditions climatiques des années à venir, nous sommes en présence d'une inconnue. Un climat plus sec favoriserait l'érosion éolienne de même qu'une prolifération des jachères d'été avec tous les inconvénients qui en découlent.

2.1.5 Causes

Certaines pratiques de gestion agricole en cours dans les Prairies contribuent à l'érosion hydrique et éolienne (ARAP, 1983, n° 58; Campbell et Biederbeck, 1980, n° 11; Lindwall et Dubetz, 1984, n° 40):

1) labour intensif (facteur principal) -- réduit la résistance à

* Les chernozèmes sont des sols minéraux bien structurés; leur capacité de drainage varie de bonne à imparfaite. Ils se développent dans les régions à climat continental frais ou froid, et variant de subhumide à subaride. On les retrouve surtout sous une végétation de prairie ou de transition prairie-forêt. Les chernozèmes noirs et bruns comptent parmi les sols les plus étendus et les plus productifs des Prairies.

l'érosion en raison de la perte de matières organiques. Le labour d'automne associé à l'incorporation des engrais d'automne et des herbicides préventifs permettant de semer tôt au printemps est une des causes principales de la perte de matières organiques (Kirkland et Austenson, 1978);

2) jachères d'été surtravaillées (de 8 à 9 labours par cycle) -- entraînent la destruction de la couche de résidus et du sol ameubli. La pratique des jachères d'été est très répandue dans les Prairies canadiennes, surtout en Saskatchewan (tableau 2.1);

3) machinerie agricole plus grosse -- contribue à l'érosion des buttes et accélérer le travail, ce qui a pour effet de pulvériser le sol tout en éloignant les lisières de végétation les unes des autres, et en élargissant les bandes dans les champs;

4) cultures spéciales -- ne laissent pas assez de résidus (comme la culture en lignes de plantes rustiques);

5) utilisation de terres marginales vulnérables à l'érosion -- dans le but d'obtenir une meilleure récolte;

6) pressage et brûlage de la paille (Biederbeck et al, 1980).

Selon Batie (1983, n° 3), les travaux de conservation sont souvent négligés en raison des facteurs suivants:

1) diminution de revenus associée à l'adoption de saines pratiques de gestion du sol;

2) coût des engrais et des herbicides;

3) manque de motivation de la part des agriculteurs qui ne comprennent parfois pas les besoins dans ce domaine;

4) absence d'une politique de valorisation et de conservation des terres;

5) manque de confiance à l'endroit des mesures de conservation actuelles;

6) désir d'obtenir des champs propres remplis de belles rangées bien droites;

7) espoir que la valeur des terres continuera à s'accroître (même si elles sont gravement érodées);

8) location de terres, ce qui n'encourage pas les pratiques de conservation du sol à cause d'un manque de sentiment d'appartenance.

2.1.6 Conséquences

L'érosion a pour effet de redistribuer les particules de sol, de transporter ou de faire disparaître avant tout les matières organiques nécessaires de même que les fractions minérales à granulométrie très fine (Coote, 1983, n° 17); ARAP, 1983, n° 58; Anderson et Gregorich, 1984, n° 1). Les pertes de sol arable et les modifications qui s'ensuivent peuvent entraîner les effets suivants:

1) diminution de la capacité de rétention capillaire du sol,

2) retard dans le développement des racines,

3) dégradation de la structure du sol,

4) préparation difficile du lit de semence,

5) croissance inégale des plantes, réduite à certains endroits,

6) baisse du rendement attribuable à une productivité du sol réduite et à des récoltes endommagées par la machinerie.

Dans les sols sensibles à l'érosion hydrique, l'apparition de ravines peut nuire à l'exploitation agricole des champs limitrophes ou la rendre non rentable. Le limon risque d'obstruer les fossés de drainage ou de s'accumuler dans les réservoirs en aval. De plus, l'érosion hydrique entraîne le transport de sédiments

TABLEAU 2.1:

UTILISATION DES TERRES AGRICOLES, PRAIRIES, 1981 (HECTARES)

UTILISATION DES TERRES	TOTAL	MANITOBA	SASKATCHEWAN	ALBERTA
Terres cultivées	24,603,013	4,420,466 (18.0%)	11,741,121 (47.5%)	8,441,427 (34.3%)
Jachère (Pourcentage)*	9,508,493 (27.9%)	598,351 (11.9%)	6,704,611 (36.3%)	2,205,516 (20.7%)
Terres améliorées	37,714,142	5,504,101	19,684,286	12,525,756
Terres non améliorées	14,958,572	2,111,996	6,263,778	6,583,198

* Pourcentage des terres en jachère par rapport à la superficie totale des terres cultivées et en jachère.

SOURCE: Statistiques Canada (1982).

vers les cours d'eau et les lacs tout en soumettant ces derniers à une pollution chimique (Crosson, 1981, n° 20). L'envasement risque de réduire la pénétration de la lumière, de détériorer la reproduction en milieu aquatique, et de nuire au frai et à la survie des oeufs. Les particules transportées sont polluées par des résidus de pesticides et par des éléments fertilisants (comme le phosphore) qui détériorent la qualité de l'eau nécessaire à la vie en milieu aquatique et aux êtres humains. Il ne faut pas oublier que ces particules accroissent la productivité de ce milieu, processus évolutif qui se nomme eutrophisation. Avec l'érosion éolienne, les poussières transportées créent une pollution de l'air temporaire; elles sont la cause d'ennuis passagers et de maladies de l'appareil respiratoire.

D'après l'ARAP (1983, n° 58), le coût des engrais utilisés pour compenser les pertes de récolte attribuables à l'érosion éolienne et hydrique dans les Prairies se chiffre à 101 millions de dollars pour une année, et à 138 millions de dollars pour l'année suivante (prix de 1982). A cela s'ajoutent des dépenses respectives de 54 millions et de 75 millions de dollars par année pour des pertes irrécupérables. Les coûts, qui atteignent 368 millions de dollars, augmentent de 5,6 millions de dollars par année. Les auteurs de cette étude estiment qu'il s'agit d'une évaluation prudente car il n'a pas été tenu compte des facteurs suivants: augmentation des coûts de l'énergie, plantes endommagées pendant la croissance, diminution de la superficie des terres cultivées, etc. D'autres s'interrogent sur la justesse de ces données étant donné que la base de calcul utilisée pour l'évaluation des pertes de sol repose sur des conditions que l'on retrouve dans les grandes plaines des États-Unis (Stewart, 1985a; Kachanowski et de Jong, sous presse).

Les Prairies canadiennes sont toujours aux prises avec les effets et les coûts de l'érosion même si, selon Leskiw et Bentley (1983, p. 12, traduction libre):

> Les pédologues et les fermiers consciencieux se rendent compte qu'en principe la dégradation du sol sous l'effet de l'érosion est tout à fait inutile, voire même injustifiable.

2.2 Pertes de matières organiques et fertilité

2.2.1 Processus, causes et conséquences

Dès qu'elles sont défrichées et travaillées, les terres commencent à perdre des matières organiques. Une sollicitation accrue de l'action microbiologique du sol en réduit la teneur en matières organiques (Coote, 1983, n° 17). Ceci fait perdre au sol ses "fractions organiques" les plus facilement décomposées et entraîne le dégagement de substances minérales, surtout de l'azote, qui sont absorbées par les plantes cultivées, ou emportées par le ruissellement. Le surpâturage, le brûlage, l'érosion et la culture intensive des sols irrigués favorisent aussi la perte de matières organiques (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19).

Les différentes pratiques agricoles actuelles ont une incidence sur la teneur du sol en matières organiques et sur sa fertilité. L'usage répandu des jachères d'été et du labour intensif ont les effets suivants (McGill et al, 1981, n° 48; ARAP, 1983, n° 58; Campbell et Biederbeck, 1980, n° 11):

1) capacité réduite des matières organiques à fournir de l'azote assimilable par les plantes (taux de minéralisation); le taux réel de minéralisation et le taux d'azote potentiellement minéralisable ont diminué (Campbell, Paul et McGill, 1976, n° 13);

2) disponibilité réduite de l'azote en provenance du sol naturel et par le fait même, une moins grande absorption d'azote par les plantes cultivées;

3) nécessité d'augmenter la quantité d'engrais pour maintenir le rendement du sol (Beaton, 1980, n° 5);

4) perte de l'azote assimilable, à cause du ruissellement sous les racines (Rennie, Racz et McBeath, 1976, n° 62), de la dénitrification (gaz d'azote expulsés dans l'air) et de l'érosion (ce qui entraîne la pollution de l'eau). Rennie (1983) estime qu'à elles seules, les pertes en azote en Saskatchewan se chiffrent à 16 milliards de dollars depuis les débuts de la colonisation;

5) réduction de la stabilité des agrégats du sol et de l'état d'ameublissement (Allison, 1973);

6) diminution du degré d'humidité du sol en raison de l'absence d'infiltration d'eau et ce, à cause du manque de débris végétaux en surface et de l'appauvrissement de la structure du sol;

7) élimination des effets positifs qu'exercent les matières organiques sur les concentrations toxiques d'aluminium dans les sols acides.

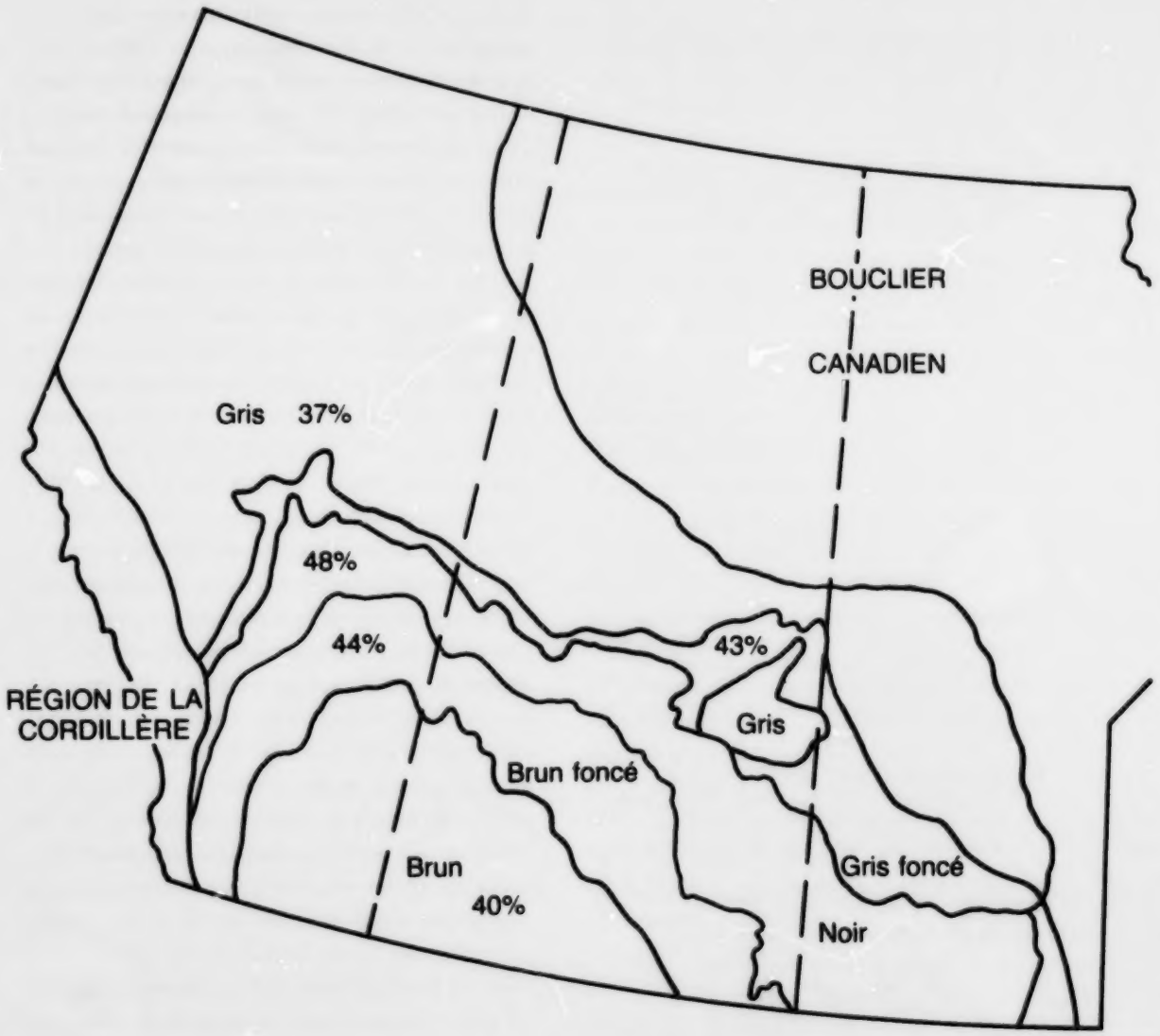
Les pratiques agricoles qui consistent à enlever la plupart des débris végétaux contribuent aux pertes de matières organiques. Par contre, le labour de conservation (ou travail du sol réduit) peut favoriser le maintien de la teneur en matières organiques.

2.2.2 Régions touchées, importance et tendances

Depuis que les sols des Prairies ont commencé à être mis en culture, ils auraient perdu en moyenne 45 p. 100 de leurs matières organiques, soit environ 700 millions de tonnes (McGill et al, 1981, n° 48). Cette situation s'est déjà soldée par un effet négatif important en ce qui a trait aux taux d'azote et de soufre et à la quantité de micro-nutriments dans le sol (Rennie, Racz et McBeath, 1976, n° 62). Les pertes proportionnelles en carbone dans l'horizon "A" ou dans la zone la plus rapprochée de la surface du sol semblent être les plus élevées au Manitoba (50 p. 100) et dans la zone de sol chernozémique noir (51 p. 100) tandis que les pertes les moins élevées ont été constatées en Alberta (42 p. 100) et dans les luvisols gris (37 p. 100) (fig. 2.3). D'après la carte représentant les risques de pertes de matières organiques (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19), la majeure partie du territoire agricole de la Saskatchewan et du sud-est de l'Alberta serait très vulnérable. La plus grande partie des Prairies (y compris la région de la Rivière de la Paix) présenterait un risque modéré ou élevé compte tenu de la répartition actuelle (1976) des cultures. Dans le centre septentrional où les précipitations sont plus abondantes et où l'on pratique de façon continuelle la culture des céréales et des graines oléagineuses, le danger est moins grand.

Avec la tendance vers une utilisation de plus en plus répandue de la culture en lignes (comme celle du maïs - fourrage), les pertes en matières organiques risquent de s'accroître (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19). Même si cette tendance ne progresse pas rapidement, elle est tout de même généralisée.

FIGURE 2.3:
PERTES DE MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES HORIZONS "A", PAR ZONE DE SOL, PRAIRIES



SOURCE: Mc Gill, Campbell, Dormaar, Paul et Anderson (1981, n° 48), p. 80.

techniques de labour de conservation aboutira probablement à une diminution des pertes (Campbell et Biederbeck, 1980, n° 11).

2.3 Affaissement des sols organiques

Les sols organiques (ou tourbeux) sont formés de matériaux provenant des résidus de plantes en décomposition dans les fondrières et les marais où le taux d'accumulation est supérieur au taux de décomposition (Coote, 1983, n° 17). Le drainage et l'utilisation du sol à des fins agricoles ont pour effet de réduire l'accumulation et d'aérer le sol, ce qui entraîne un accroissement du taux de décomposition. De plus, les sols organiques se contractent (s'affaissent) et subissent une réduction de la capacité de sustentation ainsi qu'un tassement occasionnés par le passage des machines agricoles. S'ils ne sont pas cultivés de la façon appropriée, ces sols deviennent très vulnérables à l'érosion éolienne et hydrique.

L'on retrouve une petite zone de sol organique dans le sud-est du Manitoba, au nord et à l'est des sols dominés par les graminées des Prairies (Coote, 1983, n° 17; Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19). A ces endroits, le défrichage des sols organiques est souvent accompagné du brûlage partiel ou total des matières organiques et de l'incorporation des cendres de tourbe au sol (Michalski, 1981, n° 50). Dans les zones de culture de céréales ou de foin, ces sols présentent de graves problèmes de déplacement et d'immobilisation des substances nutritives.

3.0 DÉGRADATION CHIMIQUE

Les terres des Prairies sont aux prises avec trois formes de dégradation chimique:

1) salinisation (3.1).
2) acidification (3.2).
3) contamination (3.3).

3.1 Salinisation

Divers phénomènes distincts sont quelquefois envisagés comme étant des manifestations de salinité. L'on peut dire qu'un certain nombre de sols présentent une salinité "primaire:" il s'agit de sols géologiquement salins dont l'indice de productivité agricole s'est avéré nul. Les sols solonetziques en sont un exemple (3.1.5). L'exposé qui suit porte sur la salinité secondaire ou d'origine anthropique en rapport avec l'exploitation agricole des terres sèches (3.1.1 à 3.1.4). Ce type de salinité des terres sèches peut être le résultat d'une extension de la salinité ou de la contamination récente de sols dont la partie superficielle n'était pas atteinte (Anderson et al, 1984). Les problèmes de salinité sont aussi associés aux champs irrigués, mais les solutions à ce genre de problème s'apparaissent moins compliquées (5.4.7).

3.1.1 Processus

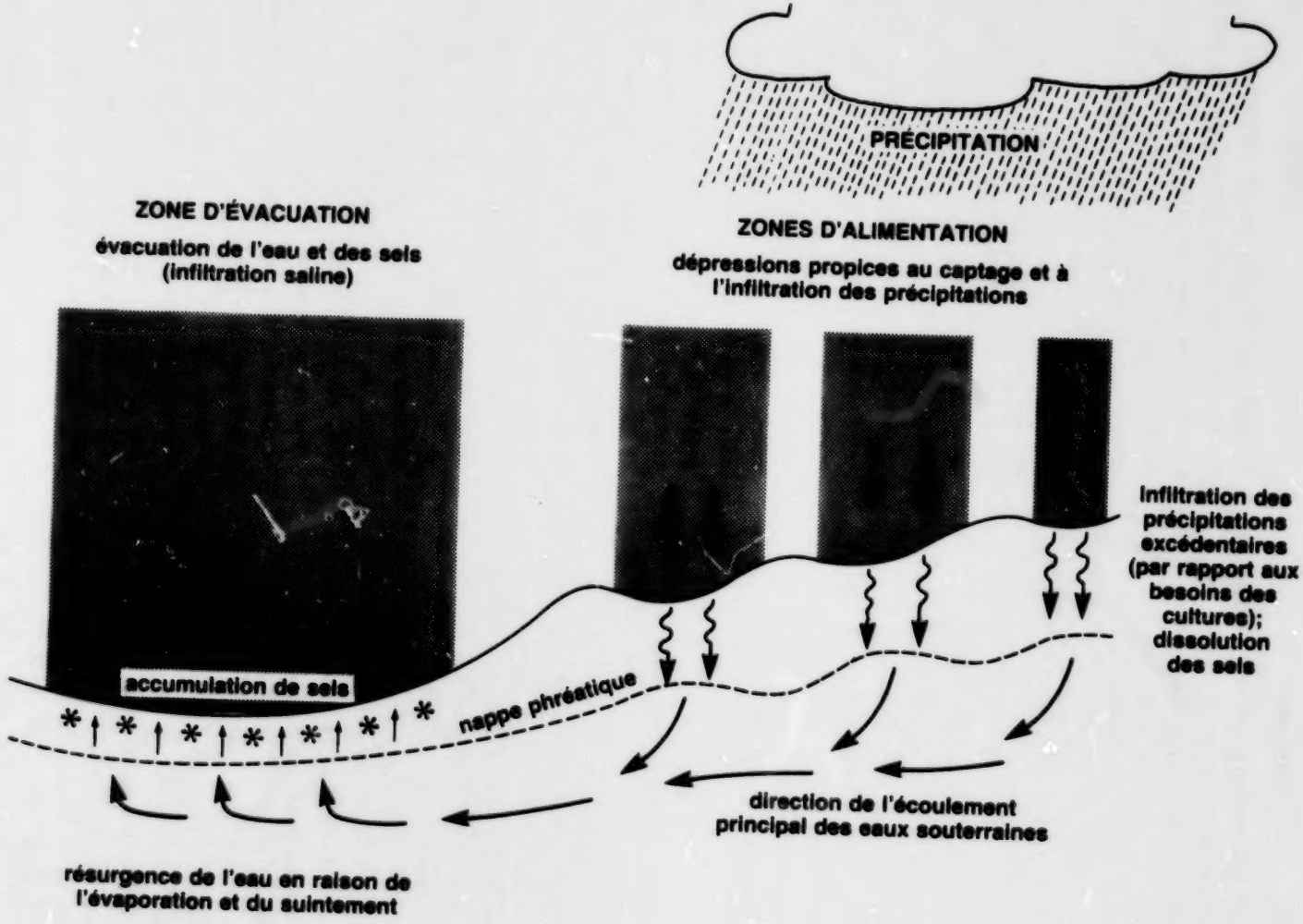
Les publications récentes font particulièrement état de l'une des formes de salinisation. La formation de puits salins résulte de la pluie et de la fonte nivale dans une pente (ou zone d'alimentation). Les eaux véhiculées sont excédentaires en ce sens que leur volume est supérieur à la quantité nécessaire pour les cultures (Henry et Johnson, 1977, n° 31). Ces eaux excédentaires s'infiltrent dans le sol jusqu'à ce qu'elles atteignent une couche imperméable ou peu perméable du sous-sol (fig. 3.1). Elles s'écoulent ensuite le long de cette couche tout en amassant les sels sur leur passage. Elles peuvent atteindre un point où la nappe phréatique se trouve à proximité de la surface, soit dans le même champ ou à une distance de quelques milles. Si en cet endroit la nappe phréatique atteint un niveau près de la surface, surtout lors des périodes où les précipitations et le ruissellement sont marqués, l'eau chargée de sel peut remonter à la surface sous l'effet de la capillarité. Elle s'évapore ensuite en libérant les sels à la surface -- apparition fréquente d'une croûte de sel blanche. Au cours des périodes de chaleur sèche et sur les terres mises en jachère d'été, l'accumulation de sels peut se faire très rapidement. La formation de puits salins repose essentiellement sur les facteurs suivants: structure géologique locale, topographie, sels en provenance des tills glaciaires et climat semi-aride de certaines régions des Prairies (Hendry et Schwartz, 1982). Le climat et les jachères d'été influent sur l'importance des infiltrations salines de même que sur leur progression.

Bien que la formation de puits salins soient en majeure partie responsables des problèmes de salinité en Alberta, il existe d'autres explications possibles. Des études récentes en Saskatchewan ont démontré que les facteurs ci-dessous contribuent grandement à la salinisation (Henry et al., 1985):

1) salinité artésienne -- la pression artésienne fait remonter l'eau et les sels à la surface;

2) zone d'alimentation locale -- à partir des fondrières et des dépressions locales.

FIGURE 3.1:
FORMATION D'UN PUITS SALIN



SOURCE: Lilley (1982, n° 38), p. 7.

Parmi les 29 emplacements analysés dans le cadre du projet de recherche entrepris en Saskatchewan, un seul s'est révélé être un puits salin. La salinité artésienne est mise en cause dans 18 cas et d'après Henry et al (1985), elle serait principalement responsable des problèmes de salinité en Saskatchewan.

Les sols salins ont tendance à rester imprégnés d'eau pendant de longues périodes. Les accumulations de sel perturbent la germination, l'implantation et la croissance des plantes en les privant d'eau et d'éléments nutritifs à cause de la pression osmotique élevée de l'eau chargée de sel.

3.1.2 Régions touchées, importance et tendances

Même si les régions naturellement salines (sols solonetziques) existaient déjà avant les débuts de l'exploitation agricole, les lopins de terre salins d'origine anthropique ont fait leur apparition dans les Prairies au cours des années 1940. D'après l'ARAP (1983, n° 58), la plupart des régions mises en culture à l'heure actuelle (y compris la région de la Rivière de la Paix et d'autres zones d'expansion agricole) présentent un risque de salinisation. Vander Pluym, Paterson et Holm (1981, n° 67) ont présenté des estimations prudentes indiquant qu'au milieu des années 1970, au moins 4 p. 100 de tout le territoire agricole et des pâturages permanents des Prairies, soit 2,2 millions d'hectares, étaient parcourus d'infiltrations salines en zones sèches (Manitoba 7,2 p. 100; Saskatchewan, 6,6 p. 100; ARAP, 1983, n° 58). Ces terres étaient exploitées dans une proportion de 1,5 million d'hectares. Bien que la superficie de la majorité de ces lopins de terre compte moins de 10 hectares, certains agriculteurs ont dû acheter des terres supplémentaires pour assurer la survie économique de leur exploitation. Dans certains districts, près de 16 p. 100 des terres étaient déjà salinisées depuis 1973 (Holtracken, 1973).

Presque toutes les terres des Prairies présentent un certain risque de salinisation selon Coote, Dumanski et Ramsey (1981, n° 19). Les régions les plus touchées se trouvent dans le sud-ouest de l'Alberta (de Vulcan à Warner approximativement), dans les plaines du sud-ouest du Manitoba, et en Saskatchewan, dans les Quill Lakes (de Yorkton à Watrous) à l'est de Saskatoon et dans la partie sud-est de la province à proximité de Weyburn. Près de 25 p. 100 de toutes les terres irriguées, soit un peu plus de 100 000 hectares, semblent plus ou moins touchées par la salinisation, et la majorité de ces terres sont situées dans le sud de l'Alberta. Les plus anciennes régions d'irrigation semblent les plus perturbées. Anderson et al (1984) font également mention de l'importante superficie de sols solonetziques situés entre Vegreville et Hanna, au sud-est d'Edmonton, et dont 7 p. 100 sont touchées par le sel. Il y a lieu de souligner qu'aucune des cartes d'où sont tirées les présentes constatations n'est réputée définitive. D'ici la fin de l'année 1985, l'Institut de recherche sur les terres (Agriculture Canada) est censé publier des cartes plus détaillées et plus précises sur les risques de salinisation et de dégradation dans l'ensemble du Canada.

La question de l'évolution du processus de salinisation du sol semble très controversée. D'après l'ARAP, le taux d'expansion se situerait à 10 p. 100 par année tandis que Vander Pluym, Paterson et Holm (1981, n° 67)

prédisent plutôt une stabilisation imminente. Pour leur part, Anderson et al (1984) et Stewart (1985a) prévoient tous deux un taux de 1 p. 100 qu'ils jugent plus réaliste. Depuis que l'on commence à réduire les jachères d'été en Alberta et au Manitoba, le taux de progression devrait diminuer quelque peu dans ces provinces. Il faudra quand même un certain temps avant que ce taux de salinisation commence à régresser.

Grâce à une efficacité accrue en ce qui a trait à la distribution de l'eau, à son utilisation et au drainage souterrain en Alberta, les problèmes de salinisation sur les terres irriguées semblent en voie de redressement.

3.1.3 Causes

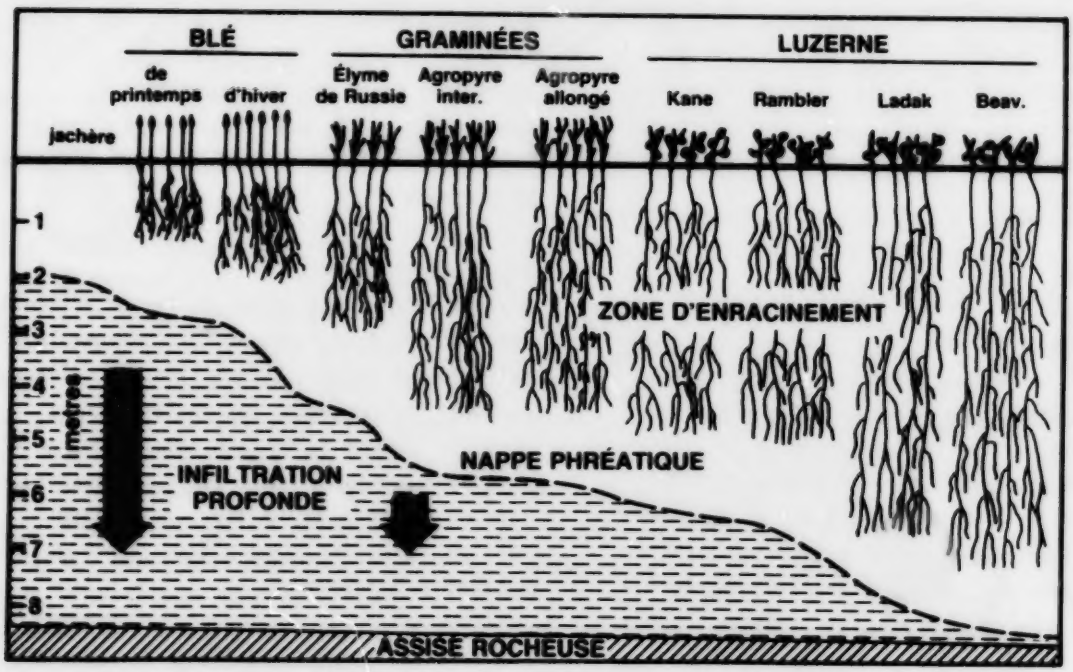
Lorsque la salinité est attribuable à un phénomène naturel, elle n'évolue pratiquement pas. La reconstitution des nappes d'eau souterraines dans les Prairies est assez faible, voire quasi inexistante (Vander Pluym, Paterson et Holm, 1981, n° 67). La formation des puits salins résulte souvent de la destruction des prairies naturelles pérennes en vue de l'ensemencement annuel de céréales. Cette situation est à l'origine des modifications constatées dans le volume de l'eau d'alimentation et, par le fait même, dans le niveau des eaux souterraines et dans les modèles d'écoulement (Coote, 1983, n° 17). Les céréales utilisent un volume d'eau moins élevé et leur enracinement est peu profond, surtout lorsque la culture suit de courtes périodes de jachère (fig. 3.2 et 3.3). Le recours massif aux jachères d'été, qui vont souvent de pair avec la culture des céréales, est la principale cause de la salinité d'origine anthropique (fig. 3.4). Les terres mises en jachère ne retiennent que 25 p. 100 de l'humidité pour la saison de croissance subséquente. Les perturbations affectant la reconstitution des nappes d'eau souterraines peuvent aussi résulter de l'aménagement des chemins de fer, des routes, des canaux d'irrigation, des excavations, des régions urbaines et de l'érection de barrières comme des clôtures, des brise-vent, etc. Elles peuvent être attribuables à une irrigation démesurée ou à une mauvaise gestion de l'irrigation, au surpâturage et au défrichage des forêts (Coote, 1983, n° 17; Vander Pluym, Paterson et Holm, 1981, n° 67). L'on s'inquiète aussi des répercussions éventuelles du déplacement de sel en rapport avec les exploitations à ciel ouvert (Hermans et Goettel, n° 32).

3.1.4 Conséquences

D'après l'ARAP, les pertes de revenu agricole attribuables à un rendement diminué par la salinité ont atteint 257 millions de dollars en 1982. En prévoyant des pertes accrues de 10 p. 100 par année dans les régions attaquées par la salinité (voir ci-dessous), l'on en arrive à 931 millions de dollars vers 1990 pour aboutir à 4,4 milliards de dollars vers l'an 2000.

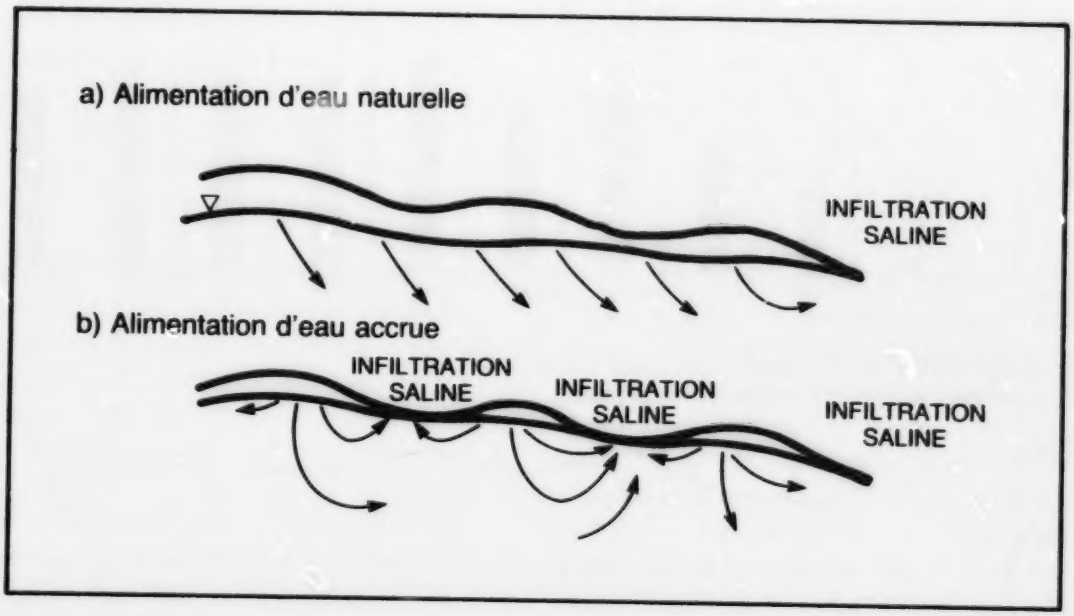
Les prévisions de Vander Pluym, Paterson et Holm (1981, n° 67) sont encore plus sombres. Ils estiment à 36,5 millions de dollars par année les pertes subies par l'Ouest canadien, dont 5,5 millions de dollars dans les zones de culture sèche. Ils calculent 15 millions de dollars de pertes dans les régions irriguées, et 16 millions de dollars dans les pâturages permanents. Les pertes totales subies par les agriculteurs et par les hommes d'affaires dépasseraient 186 millions de dollars par année. De plus, les terres rendues incultes à cause de la salinité ont jusqu'ici entraîné des pertes immobilières de

FIGURE 3.2:
PROFONDEUR DU SYSTÈME RADICULAIRE ET NIVEAU DE LA NAPPE PHRÉATIQUE BLÉ, GRAMINÉES ET LUZERNE



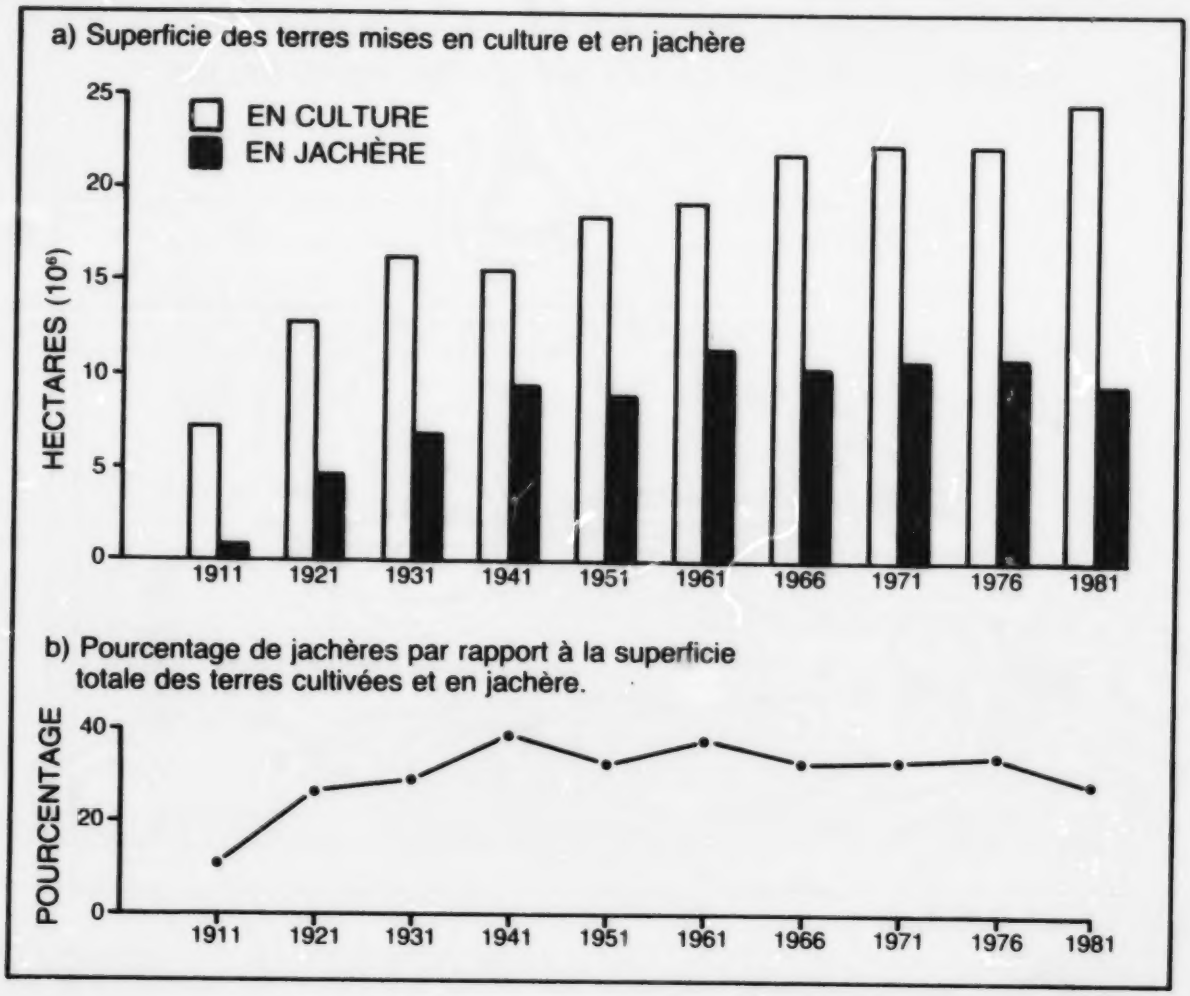
SOURCE: Vander Pluym (1982, n° 66), p. 16.

FIGURE 3.3:
VARIATION DES TAUX D'INFILTRATION:
LEURS EFFETS SUR LA FORMATION DE PUITS SALINS



SOURCE: Hendry et Schwartz (1982), p. 38.

FIGURE 3.4:
SUPERFICIE ET POURCENTAGE DE TERRES EN JACHÈRE D'ÉTÉ, PRAIRIES, 1911-1981



SOURCE: Biederbeck, Robertson et McKay (1981, n° 6), p. 271; Statistiques Canada (1982).

l'ordre de 3 milliards de dollars.

Il faut souvent éviter de circuler dans les zones salines avec les machines agricoles qui risquent de s'enliser. Cette situation fait perdre du temps à l'agriculteur sans compter les retards qui s'ensuivent. Entre autres inconvénients, l'on constate un risque d'augmentation des coûts des semailles et des moissons. La récolte peut être retardée et, le cas échéant, la possibilité de dommages occasionnés par le gel et par la neige devient plus probable.

Même si la controverse au sujet du taux de progression de la salinisation risque de contredire les prévisions ci-dessus, il n'en demeure pas moins que lors des audiences récentes du Comité sénatorial tenues dans le but d'étudier le problème de la dégradation des sols, on a conclu que la salinisation représente le plus grave problème de dégradation dans les Prairies étant donné les lourdes pertes économiques qu'elle entraîne (Canada/Comité sénatorial permanent de l'Agriculture, des pêches et des forêts, 1984, n° 14).

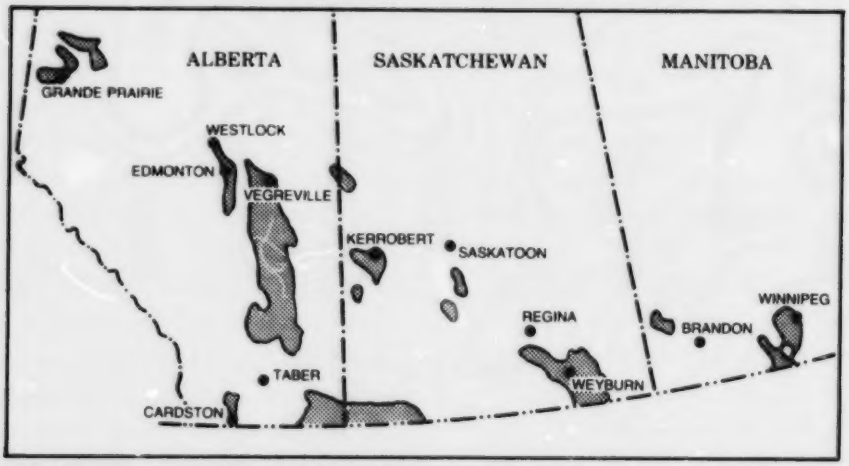
Les fortes concentrations éventuelles d'azote, de sodium et d'autres éléments chimiques dans les eaux des puits salins représentent un danger pour la santé des êtres humains et des troupeaux (ARAP, 1983, n° 58). On a constaté de nombreux cas de mortalité chez les poissons et le bétail (Miller et al., 1981). De plus, la présence de puits salins pourrait avoir pour effet d'accélérer le processus d'eutrophisation dans les réservoirs (au bas des pertes) qui se trouvent à proximité, en raison du transport d'éléments nutritifs; l'eau de ces puits peut aussi être propice à la croissance d'algues toxiques pour la faune sauvage et le bétail.

3.1.5 Étude des sols solonetziques

Les sols solonetziques représentent une grande catégorie de sols à horizon pédologique induré reposant naturellement sur un sol formé de matières à haute teneur en sels de sodium (Hermans et Palmer, 1982, n° 33; Cairns et Bowser, 1977, n° 8). Les conséquences quant au rendement et à la gestion varient étant donné les différentes méthodes de gestion et les trois types de sols solonetziques -- solods, solonetz solodisés, et solonetz -- qui possèdent chacun leurs caractéristiques selon l'importance du lessivage subi. Souvent qualifiés de sols épuisés ou déchaussés, ils possèdent un horizon induré argileux résistant et imperméable d'une épaisseur de 5 à 30 centimètres et même plus (1 centimètre = 0,39 pouce) sous la surface, qui a pour effet de réduire l'infiltration de l'eau, l'enracinement et l'assimilation de l'eau. La préparation du lit de semence s'avère également difficile. Le rendement des cultures est amoindri en raison de la quantité de sels, des faibles propriétés physiques du sol, de la fertilité réduite et de l'effet combiné des acides. Quand un seul champ regroupe des ensembles complexes de sols solonetziques, il en résulte souvent une croissance inégale des plantes.

Les terrains plats des prairies et des prairies-parcs comptent de 6 à 8 millions d'hectares de sols solonetziques (Cairns et Bowser, 1977, n° 8). Le paysage est souvent parsemé de cavités peu profondes (ARAP, 1983, n° 58). Ces sols sont disséminés un peu partout dans les Prairies (fig. 3.5). On les retrouve plus spécialement dans la région comprise entre Vegreville et Taber à l'est de l'Alberta, dans la région de la Rivière de la

FIGURE 3.5:
PRINCIPALES ÉTENDUES DE SOLS SOLONETZIQUES, PRAIRIES



SOURCE: ARAP (1983, n° 58), p. 216.

Paix, le long de la frontière des États-Unis au sud-ouest de la Saskatchewan et au sud-est de l'Alberta, autour de Weber en Saskatchewan et de Winnipeg. Les trois quarts des sols solonetziques sont situés en Alberta où leur superficie correspond à environ 30 p. 100 des terres arables (Toews, 1973).

3.2 Acidification

3.2.1 Processus et causes

L'acidification est un processus en vertu duquel les bases disparaissent du complexe d'échange du sol pour être remplacées par de l'hydrogène et de l'aluminium (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19). Les répercussions de l'augmentation du taux d'acidité dans le sol sont fonction de l'équilibre acidité-alcalinité et de la "capacité tampon" du sol (Hoyt, Nyborg et Ukrainetz, 1981, n° 34). Le taux du pH sert généralement à exprimer le degré d'acidité; il s'agit d'une valeur logarithmique échelonnée de 1 à 14, l'indice 7,0 représentant la valeur médiane. Les sols dont le pH est inférieur à 6,0 sont habituellement qualifiés de sols acides.

En règle générale, l'acidité actuelle des terres des Prairies est attribuable à la nature du matériau originel. Certaines régions des Prairies (comme l'est de la Saskatchewan) possèdent effectivement des terres dont le pH est assez élevé, ce qui leur assure une bonne "capacité tampon" (Rostad, Kiss et Anderson, 1983). L'épandage de plus en plus répandu d'engrais à base d'ammonium ou d'urée a pour effet d'accélérer l'acidification du sol dans les Prairies et il constitue la principale source d'acidification d'origine anthropique (Hoyt, Nyborg et Ukrainetz, 1981, n° 34). Le cas de l'Alberta où l'épandage d'engrais azotés a quadruplé au cours des années 1970 en est un bon exemple.

De plus, les émissions industrielles d'acide sulfureux (pour la majeure partie) en provenance des grosses usines de transformation du gaz naturel, des fonderies, des centrales thermiques alimentées au charbon et des autres usines installées en Alberta pénètrent le sol par l'entremise des précipitations acides ou par absorption directe à partir de l'atmosphère. A l'heure actuelle dans les Prairies, l'effet combiné des pluies peu abondantes et de la combustion de charbon à faible teneur en soufre semble diminuer l'imputabilité des émissions industrielles comme facteur d'acidification (Webb, 1982, n° 68). En se fondant sur les quantités d'engrais épandu et sur les sources de pollution atmosphérique comme facteurs d'acidification, Coote (1983, n° 17) en vient à la conclusion que les engrais sont responsables de l'augmentation de l'acidité dans les proportions suivantes: 93 p. 100 au Manitoba, 100 p. 100 en Saskatchewan et 96 p. 100 en Alberta. L'on prévoit que la combustion du charbon sera six fois plus élevée d'ici l'an 2006; c'est donc dire que cette source d'acidification prendra de plus en plus d'importance avec le temps (Webber et Warne, 1979).

La destruction des bases par les moissons contribue également à l'acidification des sols (McGill, 1982, n° 46; ARAP, 1983, n° 58). Le labour profond des sols dont les sous-sols sont acides (comme les luvisols gris) peut aussi résulter en un accroissement de l'acidité du sol (ARAP, 1983, n° 58). Selon la nature du sous-sol, l'érosion peut être un facteur de diminution ou d'augmentation de l'acidité. Les sols constitués de luvisol gris, par exemple,

deviennent plus acides.

Dans la plupart des cas, les sols offrant un pH neutre présentent des conditions de culture optimales. Les sols dont la teneur en argile et en matières organiques est faible sont particulièrement sensibles à l'acidification. Les sols légèrement acides (pH = de 5,5 à 6,5) sont les plus vulnérables aux effets de la diminution de la valeur du pH. Lorsque le pH atteint une valeur de 5,5 ou moins, les concentrations toxiques d'aluminium (sa solubilité augmente avec un pH faible) risquent d'entraîner une réduction du rendement des récoltes de blé, d'orge, de colza et de luzerne. Le colza est également sensible aux concentrations toxiques de manganèse. Dans les sols où le pH est inférieur à 6,0, l'on peut constater une disponibilité réduite des substances nutritives suivantes : azote, phosphore, molybdène et autres éléments nutritifs présents dans le sol et dans les engrais. En outre, le processus bactérien risque d'être restreint dans ses activités et de nuire par le fait même à la culture des légumineuses et d'un certain nombre d'autres plantes (McGill, 1982, n° 46). La productivité du sol s'en trouve réduite dans les deux cas, mais l'importance de cette réduction dépend de la nature du sol et du degré de résistance à l'acidité de chaque culture.

3.2.2 Régions touchées, importance et tendances

Dans les Prairies, la plupart des sols sont naturellement neutres et même alcalins (pH supérieur à 7). D'après Coote, Dumanski et Ramsey (1981, n° 19), la majeure partie des terres des Prairies présenterait un faible risque d'acidification. L'évaluation du risque est fonction du pH actuel du sol, de la teneur en carbonate de calcium et du degré d'acidité des dépôts atmosphériques. Ils signalent que certaines régions présentent un risque plus élevé, soit: les luvisols gris dont le pH est naturellement faible, les chernozémiques gris bruns, les chernozémiques noirs et les sols solonetziques du centre-est de l'Alberta, toute la région de la Rivière de la Paix, ainsi que la partie nord-ouest des terres cultivées en Saskatchewan, c'est-à-dire à proximité de Meadow Lake et de Lloydminster. Dans bon nombre de ces régions, plus de 15 p. 100 des sols ont un pH inférieur à 6,0 (Anderson et al, 1984). Les sols acides occupent aussi une superficie importante dans les régions suivantes : sud-est de la Saskatchewan (Weyburn-Estevan) et extrémité sud-ouest de cette même province (Consul-Bracken) de même qu'une petite partie à proximité de Dauphin au Manitoba (Anderson et al, 1984; Hoyt, Nyborg et Ukrainetz, 1981, n° 34).

Penney et al (1977, n° 56) ont procédé à de nombreux essais pédologiques en Alberta car cette province semble la plus gravement touchée dans les Prairies. D'après leurs analyses, la proportion de sols renfermant un pH de 6,0 ou moins varie énormément, soit de 5 p. 100 ou moins dans la partie sud de la province jusqu'à 31 p. 100 dans la région de la Rivière de la Paix. Ils en viennent à la conclusion que l'acidification revêt une importance particulière dans cette province en ce sens qu'elle est responsable d'une diminution du rendement des cultures, surtout dans la région de la Rivière de la Paix. Hoyt, Nyborg et Ukrainetz (1981, n° 34) ont répertorié les régions de sols acides à partir d'échantillons prélevés en Alberta et en Colombie-Britannique entre 1962 et 1972. Ils ont découvert que 530 000 hectares de terres cultivées dans les Prairies avaient un pH inférieur à 5,5, et qu'une superficie

supplémentaire de 1 825 000 hectares avait un pH variant de 5,5 à 6,0. Dans cette dernière catégorie (pH = 6,0), 23 p. 100 des terres sont situées dans la région de la Rivière de la Paix où 31 p. 100 des sols sont acides. Le restant du territoire de l'Alberta en compte 59 p. 100 tandis que la Saskatchewan s'en tire avec 17 p. 100.

De grandes superficies de terres cultivées (3,3 millions d'hectares en 1972) ont un pH dont la valeur varie de 6,1 à 6,5. En Saskatchewan, Rostad, Kiss et Anderson (1983) ont répertorié 6,6 millions d'hectares dont le pH varie de 5,5 à 6,5. Entre 1972 et 1985, l'acidification (pH inférieur à 6,0) a probablement touché un autre million d'hectares, soit 40 p. 100 des estimés de 1972. A elles seules, les émissions industrielles entraîneront sans doute l'acidification d'une superficie additionnelle d'environ 48 000 hectares d'ici 1996.

3.2.3 Conséquences

Le rendement des cultures à la suite du chaulage (solution privilégiée -- voir 5.5.1) des sols acides des Prairies démontre clairement que l'acidification présente un risque de réduction du rendement des cultures (Penney et al, 1977, n° 56). L'on s'est rendu compte que même les sols légèrement acides (pH variant de 5,5 à 6,0) pouvaient effectivement nuire à la croissance de la luzerne, de l'orge, du trèfle, etc. dans les Prairies. Collins (1982) estime que dans la seule province de l'Alberta, les pertes de production se chiffrent à 85 millions de dollars par année. Par contre, aucune des publications étudiées ne formule d'évaluation quant au coût total des problèmes résultant de l'acidification des sols des Prairies.

3.3 Contamination

La dégradation du sol résultant de l'addition de produits chimiques (autres que les sels, le soufre et l'azote) peut être provoquée par les déversements, les retombées atmosphériques, l'évacuation des eaux d'égout et des boues industrielles, les résidus de pesticides et la contamination de nature biologique (Coote, Dumanski et Ramsey, 1983, n° 19). D'une façon générale, la contamination chimique des sols n'est pas problématique dans les Prairies mais selon McGill (1982, n° 46), il faut se méfier de l'effet combiné des diverses substances chimiques. Prenons comme exemple le cas des sols acides qui ont pour effet d'accroître la solubilité des métaux. De même, l'application de deux pesticides dans un même sol peut modifier la rémanence de l'une des deux solutions et en réduire ainsi l'efficacité.

a) Déversements et retombées

Les déversements de pétrole à partir de pipelines et de puits occasionnent un certain nombre de problèmes de contamination affectant plusieurs centaines d'hectares par année en Alberta et en Saskatchewan (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19; McGill, 1982, n° 46). Au cours de l'année 1979 par exemple, l'Alberta a eu à déplorer environ six cents déversements de pétrole et d'eau salée, et dans cent dix cas, les dégâts dépassaient 1 260 barils (Webb, 1982, n° 68). Parmi les conséquences éventuelles, signalons: l'immobilisation des éléments nutritifs à cause de la modification des propriétés du sol, la destruction des organismes présents dans le sol, les effets toxiques sur certaines cultures de même que la perturbation de l'écoulement des eaux (McGill, 1982, n° 46; Webb, 1982, n° 68). La

qualité et le volume de l'eau des nappes souterraines peuvent être affectés par le forage destiné à optimaliser les systèmes de récupération, l'eau servant à faire jaillir le pétrole des strates souterraines. L'on envisage d'autres problèmes au fur et à mesure que les exploitants agricoles voudront remettre en état les terres logeant les puits de pétrole abandonnés (à raison de deux hectares par section de 65 hectares). D'après l'expérience des années antérieures, le processus s'avère souvent très difficile, voire impossible. La combustion de pétrole brut à proximité des puits ainsi que les poussières éoliennes (la plupart provenant des matières stockées près des mines de sel et de potasse) contribuent aussi à la contamination des sols avoisinants (Comité consultatif de la fertilité du sol, 1970; Coote, 1983, n° 17).

b) Évacuation des boues

Coote, Dumanski et Ramsey (1981, n° 19) formulent une mise en garde au sujet de l'évacuation des boues. Cette situation pourrait faire surgir des problèmes aux abords des grands centres urbains des Prairies, surtout si les boues renferment des déchets industriels. Les boues contaminées par des métaux peuvent avoir des effets toxiques sur les plantes, les animaux et les êtres humains (McGill, 1982, n° 46). Il faut exercer un contrôle absolu sur la composition des boues et en éliminer les substances toxiques. Les villes de Calgary, Régina, Saskatoon, Yorkton et Winnipeg évacuent actuellement leurs boues sur des terres agricoles (Webber, Schmidke et Coehen, 1978). D'autres villes de moindre importance irriguent des champs avec les eaux d'égout lorsque leurs étangs à boues sont surchargés (Comité consultatif de la fertilité du sol, 1970).

c) Résidus de pesticides

Les résidus d'herbicides, d'insecticides, de fongicides, de nématocides, etc. dans le sol peuvent entraîner les réactions suivantes (McGill, 1982, n° 46):

1) réduction de la croissance des plantes lors des récoltes subséquentes;

2) fixation des résidus aux particules du sol et leur libération subséquente sous forme de "concentrations" toxiques soudaines;

3) perturbation du processus biologique du sol;

4) réduction du contrôle biologique;

5) présence de métaux dans les résidus et risque de toxicité pour les êtres humains et les animaux.

A l'heure actuelle, l'on ne croit pas que le problème des résidus de pesticides présente des difficultés dans les Prairies (McGill, 1982, n° 46; Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19). L'utilisation de substances chimiques persistantes (comme les pesticides organochlorés) est très restreinte depuis l'adoption de lois et de mesures à cet effet. Les concentrations de ces produits dans le milieu diminuent actuellement grâce au phénomène de la décomposition biologique.

4.0 DÉGRADATION PHYSIQUE

La dégradation physique des terres des Prairies est attribuable aux processus suivants:

1) tassement du sol (4.1),

2) mélange et perturbation du sol (4.2).

4.1 Tassement du sol

Le sol se tasse lorsque sa structure se détériore et que les interstices entourant les particules sont réduits. Ce phénomène se produit de plusieurs façons (Coote, 1983, n° 17):

1) passage répété de machines lourdes (sol tassé par les roues);

2) écrasement des mottes et vibration des petites particules en tas plus compacts avec des machines agricoles utilisées à grande vitesse, ou écrasement délibéré des particules;

3) perte de matières organiques -- agent de liaison des particules (2.2);

4) expulsion de l'air du sol par compression et destruction de sa structure en le travaillant quand il est mouillé (porosité réduite).

Le tassement du sol perturbe la croissance des racines, réduit la vitesse de déplacement de l'eau dans le sol (ce qui a pour effet de nuire au drainage et d'intensifier l'érosion) et occasionne une augmentation de la consommation d'énergie nécessaire à la culture.

Les sols des Prairies ne subissent apparemment pas de tassement par labourage (Cameron et al, 1981, n° 9). En fait, dans certaines zones non irriguées, les agriculteurs procèdent même à des opérations de compaction au niveau des graines afin d'accélérer l'apparition des pousses (Lindwall et Dubetz, 1977, n° 40). Les régions présentant un risque relatif modéré sont disséminées dans l'ensemble des Prairies, mais on les retrouve plus spécialement dans la région de la Rivière de la Paix, dans le bassin de la Rivière Rouge et en Saskatchewan (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19). Le tassement du sol attribuable au passage des machines agricoles semble être plus grave dans les sols détrempés ou argileux et dans les sols où la nappe phréatique est peu profonde.

4.2 Mélange et perturbation

4.2.1 Processus, causes et conséquences

Le mélange et la perturbation du sol découlent souvent de l'exploitation des mines à ciel ouvert et de l'installation d'oléoducs et de gazoducs. Les extractions les plus dommageables sont celles du charbon, du sable, du gravier et de la pierre (Coote, 1983, n° 17). De vastes gisements de charbon se trouvent sous les terres agricoles des Prairies. Normalement, l'extraction à ciel ouvert se fait après le décapage de la couche arable et du sous-sol pour exposer les morts-terrains. Le déplacement des matériaux peut s'opérer de différentes manières. Ils sont soit empilés (sous-sol à part ou mélangé) en prévision de la remise en état des terres, soit déposés sur des terres adjacentes où l'exploitation minière est terminée. Quelle que soit la méthode employée, la nature des matériaux constituant le sous-sol se trouve considérablement modifiée. Des infiltrations salines et une topographie transformée (qui entraîne par le fait même des modifications dans l'écoulement des eaux souterraines) peuvent découler de

cette situation. Il faut alors procéder à des travaux de nivellement avant l'utilisation de ces terres à des fins agricoles. En raison des longues périodes d'utilisation et de la transformation marquée de la topographie des lieux, les sablières, les gravières et les carrières sont difficilement remises en état pour l'agriculture. Les autres exploitations minières de potasse, de sel, de gypse et de silice perturbent une moins grande étendue de terres (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19). La terre remise en place dans les tranchées après l'enfouissement des pipelines est souvent mélangée. Cette perturbation provoque une réduction du rendement de la plupart des cultures. Les pertes semblent principalement attribuables à la diminution de la teneur en matières organiques, de la quantité d'azote et de phosphore assimilable et à la dégradation de la structure du sol en raison du tassement (Culley et al, 1982). Mais les terres des Prairies ne semblent pas trop souffrir de cette situation. Le mélange des sols aurait même amélioré le rendement des sols solonetziques.

4.2.2 Régions touchées, importance et tendances

A l'heure actuelle, l'extraction du charbon en Alberta se fait plutôt dans les contreforts que dans les plaines. Selon Hermans et Goettel (1980, n° 32), environ 53 p. 100 des réserves prouvées et récupérables par voie d'extraction à ciel ouvert, et 90 p. 100 des réserves non prouvées et récupérables de la même façon, sont situées dans les plaines de l'Alberta. Les deux tiers des gisements de charbon localisés dans la partie centrale et méridionale de l'Alberta se trouvent dans les régions agricoles de classe 1 à 4 selon l'Inventaire des terres du Canada; 21 p. 100 des gisements se trouvent dans des régions appartenant aux classes 1 et 2. La plupart de ces gisements se retrouvent dans la partie centrale de la province, surtout au nord-ouest et au sud d'Edmonton.

L'Alberta a imposé des mesures très strictes qui obligent les exploitants à remettre les terres excavées dans un état propice à l'agriculture. En vertu de l'ancienne loi de 1963, la remise en état consistait tout simplement à remettre de la végétation sur les terres exploitées. Mais depuis l'adoption de la nouvelle loi en 1973, les exploitants sont dorénavant tenus d'aménager un milieu de croissance approprié (Hermans et Goettel, 1980, n° 32). L'on exige également qu'ils se conforment aux dispositions suivantes: manipulation des matériaux du sol de façon adéquate, ce qui comprend la séparation de la couche arable et du sous-sol, ainsi que leur empilage à des endroits différents, et l'aménagement de pentes de manière à respecter la topographie originale des lieux. Ajoutons ici que ces mesures sont effectivement mises en pratique. La loi de 1973 garantit la remise en état des terres après une exploitation minière et elle stipule également que le comité provincial responsable doit examiner et approuver le projet de remise en état avant le début des opérations d'exploitation (Brocke, 1985). La vente de terres après l'exploitation minière doit être approuvée par la province. Jusqu'à maintenant, très peu de terres ont fait l'objet d'une autorisation semblable.

Depuis la fin des années 1940, près de 3 500 hectares de terres ont été perturbées par les six principales mines de charbon à ciel ouvert exploitées actuellement dans les plaines de l'Alberta (Brocke, 1985). Deux de ces mines sont situées à l'ouest d'Edmonton

(dans un rayon de 80 kilomètres) dans la zone de Luvisol gris. L'une est située sur un terrain qui était en friche à l'époque tandis que l'autre se trouve sur une terre de classe 3 à 5 (Inventaire des terres du Canada) sur laquelle l'on s'adonnait à un mélange de cultures fourragères et annuelles. Quant aux quatre autres mines, elles sont établies à une distance de 300 kilomètres au sud-est d'Edmonton, dans la zone solonetzique. Elles occupent aussi des terres de classe 3 à 5 consacrées antérieurement aux cultures annuelles et au pâturage. La superficie totale des terres remises en état jusqu'ici atteint environ 1 900 hectares. L'exploitation minière et la remise en état des terres se sont poursuivies à un rythme accéléré au cours des années 1970, mais depuis cette période, la demande de charbon connaît une croissance beaucoup plus lente. En 1983, le rythme de remise en état des terres (205 hectares) rejoint presque celui des nouvelles exploitations (206 hectares). Ces données valent pour les six mines mentionnées ci-dessus (Brocke, 1985).

Hermans et Goettel (1980) prévoient une reprise marquée des activités d'exploitation de mines de charbon à ciel ouvert pour les années à venir -- une projection de 5 665 hectares par année vers l'an 2006, sous la forte impulsion de la demande du marché intérieur dans les vingt prochaines années. Selon leurs estimations, la perturbation toucherait 28 000 hectares de terres à quelque moment que ce soit. Entre 1975 et 2004, la superficie totale des terres perturbées en Alberta atteindra environ 69 000 hectares (Hermans et Goettel, 1980, n° 32). En tenant compte des terres utilisées pour les chemins de halage, les lignes de chemin de fer et les bâtiments connexes, l'on peut très facilement doubler le nombre d'hectares. Il faut dire que ces terres souffriraient moins des perturbations que du tassement et d'autres formes de dégradation. Hermans et Goettel doutent néanmoins qu'il soit possible de remettre les terres en état de manière qu'elles retrouvent leur productivité agricole dans le délai prévu de cinq ans. Il est peu probable que le tassement des matériaux suivant la remise en état des terres soit terminé après cinq ans. Il serait plus réaliste de prévoir un cycle de dix ans avant que les terres retrouvent leur productivité agricole. Ce cycle comprend les périodes d'excavation, de remise en état préliminaire et de récupération totale (Coote, 1983, n° 17). Ils en viennent donc à la conclusion que la superficie totale des terres perturbées pourrait même atteindre le double des prévisions.

La diminution du rythme de croissance de la demande en charbon observée depuis le début des années 1980 laisse supposer que les terres pourraient être perturbées dans une moins grande proportion. Il faut dire que les estimations de Hermans et Goettel ont été établies à partir du taux de croissance de la fin des années 1970. Pour sa part, Marshall (1982) croit que les perturbations annuelles toucheront seulement 590 hectares entre 1980 et 2000.

En Saskatchewan, les cinq mines de charbon à ciel ouvert actuellement en opération sont situées dans des régions agricoles. Elles sont habituellement installées sur des terres servant à la culture du blé, sur des terres utilisées antérieurement pour la culture de plantes fourragères ou le pâturage et même sur l'emplacement d'anciennes mines à ciel ouvert (McKechnie, 1985). Quatre d'entre

elles sont situées dans la région minière d'Estevan-Bienfait au sud-est de la province, tandis que la cinquième vient tout juste d'être mise en exploitation à Coronach dans le centre méridional de la Saskatchewan.

Depuis les années 1930, un peu plus de 5 000 hectares de terres ont été excavées dans le bassin d'Estevan; seulement 1 000 hectares ont fait l'objet d'un effort de rétablissement (Douglas, 1979). La question de la remise en état n'a pas été véritablement abordée avant 1971 en Saskatchewan. Le gouvernement de cette province a récemment imposé des mesures de remise en état des terres à l'intention de tous les exploitants de mines de charbon à ciel ouvert en Saskatchewan -- mine Coronach en 1983 et mines du bassin d'Estevan en 1984. En vertu de ces mesures, les terres excavées qui possédaient un bon potentiel agricole (de classe 1 à 4 selon l'Inventaire des terres du Canada) doivent être retournées à leur vocation première. Toutes les terres agricoles actuellement exploitées comme mines devront donc être remises en état. D'après McKechnie (1985), de 250 à 400 hectares supplémentaires de terres sont perturbées chaque année en raison de l'exploitation de mines de charbon à ciel ouvert. Compte tenu de la forte demande pour le charbon de la Saskatchewan, il semble que le nombre de terres perturbées continuera à s'accroître pour atteindre presque le double de la superficie actuelle d'ici l'an 2000. L'installation de pipelines n'a entraîné que très peu de problèmes jusqu'à ce jour même si les canalisations principales courent sur plus de 5 000 kilomètres dans les seules provinces des Prairies. Il est donc certain que les travaux se poursuivront. Compte tenu des dommages causés aux terres de l'est du Canada, les travaux d'enfouissement dans les régions septentrionales, plus humides, risquent fort d'entraîner de plus graves perturbations (Coote, 1983, n° 17; Shields, 1983).

D'après Coote (1983, n° 17), la superficie des terres perturbées par l'extraction d'agrégats destinés à la construction est évaluée à 9 000 hectares dans chacune des provinces de l'Alberta et du Manitoba et à 11 000 hectares en Saskatchewan. Comme on l'a déjà mentionné, il est fort peu probable que les terres agricoles perturbées par ce genre d'exploitation soient remises en état.

5.0 SOLUTIONS

Dans le contexte des problèmes de dégradation, les publications analysées proposent diverses solutions techniques ainsi que d'autres moyens à la portée de l'agriculteur. Le tableau 5.1 présente un résumé de ces solutions. Les méthodes envisagées ou proposées portent souvent sur une ou plusieurs formes de dégradation; elles offrent aussi des avantages complémentaires comme un meilleur rendement des cultures. Ces solutions font l'objet d'une évaluation individuelle dans le présent chapitre. Règle générale, on y compare les techniques proposées et les pratiques courantes. L'accent est mis sur les jachères d'été associées au labour intensif dans le but de lutter contre les mauvaises herbes. Et pour conclure, l'on traite des avantages économiques pouvant découler de la conservation des sols.

Les solutions sont presque toujours reliées à une combinaison des facteurs suivants:

1) prévention -- faire en sorte que le phénomène ne se produise pas;

2) contrôle -- restreindre les dommages;

3) rétablissement -- remettre le sol en état en vue d'une productivité accrue;

4) gestion -- comment réagir en présence de phénomènes naturels (comme les sols solonetziques, les problèmes d'acidité).

Compte tenu de la nature des problèmes de dégradation et des solutions connexes, il n'est pas facile de regrouper les solutions par catégorie. Le tableau 5.2 indique de façon générale à quelle mesure recourir pour chaque forme de dégradation.

5.1 Érosion éolienne et hydrique: prévention et contrôle

5.1.1 Labour de conservation (non-labour ou travail minimal du sol)

Par labour de conservation, l'on entend les formes de labour supposant un moins grand travail du sol -- non-labour, travail minimal du sol, etc. Dans le cas d'un non-labour, les graines sont semées directement dans le chaume des cultures précédentes. Dans d'autres cas, quelques opérations de labour seulement sont effectuées. Normalement, ces techniques ont pour effet de protéger le sol contre les risques d'érosion éolienne et hydrique (Batie, 1983, n° 3). Le labour de conservation et ses pratiques associées -- paillis de chaume ou utilisation des débris végétaux, diminution des jachères d'été, cultures adaptées au degré d'humidité du sol, réduction de la monoculture de blé de printemps, conservation de l'humidité (par une gestion de la neige par exemple), augmentation de la rotation des cultures, etc. -- représentent les solutions les plus fréquemment proposées en réponse à une multitude de formes de dégradation dont l'érosion, la perte de matières organiques et la salinisation. Le labour de conservation remplace le labour mécanique des jachères d'été par l'utilisation de substances chimiques pour lutter contre les mauvaises herbes et par les amendements de sol. Il suppose également les pratiques suivantes : culture continue ou rotation prolongée des cultures, paillage en surface avec les débris de culture et autres techniques de contrôle de l'humidité. La culture en bandes parallèles est souvent jumelée aux techniques de labour de conservation (Goettel, Hermans et Coote, 1981, n° 28; voir 5.1.6 ci-dessous).

TABLEAU 5.1:

PROBLÈMES DE DÉGRADATION DES TERRES — PROPOSITION DE SOLUTIONS ÉPROUVÉES

Pertes de matériaux		Dégradation chimique		Dégradation physique (5)
Contrôle de l'érosion éolienne et hydrique (1)	Conservation des matières organiques et des sols -- utilisation rationelle des sols (2)	Contrôle de la salinité (3)	Autres formes (4)	
Labour de conservation axé sur l'utilisation des débris végétaux (voir aussi conservation de l'humidité, 2e et 3e colonnes; nos 58, 6, 7, 3, 28, 35, 65, 57, 20). Jachère avec produits chimiques (nos 6 et 40). Canaux de drainage gazonnés (n° 58). Contrôle du ravinement (n° 58). Culture en terrasses (nos 58, 21). Brise-vent et écrans (n° 58).	Labour de conservation (nos 58, 55, 40, 11, 6, 9, 64, 22, 35, 57, 59, 39, 44, 48, 60, 53, 54, 69, 35, 47, 26, 65, 41, 36, 49, 5, 7, 20; voir 1re colonne). Rotation des cultures de plantes fourragères et de légumineuses (voir 1re colonne). Culture continue, rotations prolongées ou cultures adaptées au degré d'humidité du sol (diminution des jachères d'été; nos 58, 16, 62, 39, 13, 40, 53, 69, 35, 36, 70, 63, 49, 71). Agriculture biologique. Inhibiteurs de nitrification,	Conservation et utilisation rationnelle de l'humidité du sol: --utilisation des débris végétaux (voir 1re colonne). --gestion de la neige nos 51, 58, 53, 11, 6, 63, 54, 52, 40, 7, 27, 39): --andainage. --paillage, formation de bandes-pièges et d'andains de différentes hauteurs. --installation de pare-neige. --écrans protecteurs (voir 1re colonne). --plantes écran. --culture de plantes d'hiver (voir 1re colonne). --cultures adaptées au degré d'humidité du sol ou diminution des jachères d'été (nos 58, 6, 53, 11, 16, 40, 51, 55, 30, 70, 31, 57, 62, 66, 35, 36, 29; voir 2e colonne). --culture en terrasses (n° 21; voir 1re colonne). --irrigation à partir des fondrières (n° 21). --gestion des semis (nos 36 et 40). --culture en courbes de niveau (nos 58, 11, 3). Labour de conservation (nos 35, 53, 31; voir 1re colonne).	Contrôle de l'acidification: - chaulage (nos 58, 46, 34, 10). - cultures résistantes aux acides (nos 58 et 34). - ajout de matières organiques (n° 58). - labour profond (nos 34 et 46). - inhibiteurs de nitrification, application en bandes (n° 34). - culture de plantes légumineuses (n° 34). Remise en état des terres contaminées par l'exploitation du pétrole. - pétrole: travail du sol, application d'engrais, drainage (nos 19, 46, 68). - saumure: application de calcium.	Tassement: Utilisation de pneus à basse pression (n° 22). Tracteurs munis de moteurs plus puissants (n° 22). Plantes à racines fibreuses (n° 17). Labour de conservation (nos 9 et 60). Planification du travail du sol (n° 22). Passage restreint des machines agricoles (n° 9). Labour profond (n° 9).

Culture en courbes de niveau (nos 58, 11, 3). Culture en bandes parallèles (nos 58, 3). Cultures de couverture et culture de plantes d'hiver (nos 31, 58, 53, 51, 36, 35). Rotation des cultures de plantes fourragères et de légumineuses (nos 58, 6, 46, 66, 48, 28, 22, 30, 49, 64, 57, 36). Paillage en ligne interrompue (n° 58). Interruption de la culture sur les terres sensibles à l'érosion (n° 3). Analyse globale des systèmes de production. Agriculture biologique (voir 2e colonne).	application d'engrais en nids et en bandes sur les sols irrigués (n° 48). Gestion des sols organiques (n° 50): --maintien de la nappe phréatique à son niveau maximal (n° 17). --crues d'hiver (n° 17). --cuivre (n° 17).	Culture continue (nos 67 et 38; voir 2e colonne). Culture de plantes "tampon" à système racinaire profond dans les zones d'infiltration (plantes fourragères; nos 58, 38, 31, 67, 66, 57). Rotation des cultures de plantes à système racinaire profond (nos 11, 16, 31, 3, 58; voir rotation des cultures de plantes fourragères et de légumineuses, 1re colonne). Détection précoce des infiltrations (n° 58). Lutte contre les mauvaises herbes (nos 58 et 31; voir 2e colonne). Application d'engrais dans les zones d'infiltration saline (nos 58, 11, 6, 31, 29, 36). Cultures résistantes aux sels (nos 58, 31, 66, 67). Drainage en surface (nos 58, 67, 31, 38, 66). Gestion de la neige excédentaire (n° 58). Nivellement des terres (n° 38). Analyse globale des systèmes de production. Méthodes d'irrigation: --drainage souterrain (nos 58, 67, 38, 66). --installation d'un revêtement intérieur dans les canalisations (n° 66). --installation d'écrans de plastique (n° 66). Gestion des sols solonetziques: --labour profond (n° 58). --sous-solage profond (n° 58). --application de produits chimiques (nos 58 et 31). --rotation des cultures (n° 58). --drainage (n° 58). --travail du sol (n° 38).	ajout de matières organiques, drainage (n° 68).	

TABLEAU 5.2:

SOLUTIONS AUX PROBLÈMES DE DÉGRADATION -- ACTIONS POSSIBLES

Actions possibles / Problèmes de dégradation	Prévention	Contrôle	Problèmes d'origine anthropique -- remise en état ou gestion	Problèmes d'origine naturelle -- gestion ou amélioration
Érosion (5.1)	Labour de conservation (5.1.1). Jachère avec produits chimiques (5.1.2). Brise-vent et écrans (5.1.3). Canaux de drainage gazonnés, contrôle du ravinement et culture en terrasses (5.1.4). Culture en courbes de niveau (5.1.5). Culture en bandes parallèles et suivant les courbes de niveau (5.1.6). Cultures de couverture et culture de plantes d'hiver (5.1.7). Rotation des cultures de plantes fourragères et de légumineuses (5.1.8). Paillage en ligne interrompue (5.1.9). - - - Interruption de la culture sur les terres sensibles à l'érosion (5.1.10) - - - Analyse globale des systèmes de production et des cultures (5.1.11). Agriculture biologique (5.2.2).			
Pertes de matières organiques et affaissement des sols (5.2 et 5.3).	Labour de conservation (5.1.1). Rotation des cultures de plantes fourragères et de légumineuses (5.1.8). Rotations prolongées, cultures adaptées au degré d'humidité du sol et culture continue (5.2.1). Agriculture biologique (5.2.2). Inhibiteurs de nitrification, application d'engrais en nids et en bandes sur les sols irrigués (5.2.3). Maintien de la nappe phréatique à son niveau maximal (5.3). Crues d'hiver (5.3). Ajout d'engrais à base de cuivre (5.3).			

Salinité (5.4). (5.8)	Détection précoce des infiltrations (5.4.2). Gestion de l'humidité du sol (5.4.1) -- gestion de la neige. -- irrigation à partir des fondrières. -- travail du sol réduit en prévision des semences. -- culture de plantes "tampon" dans les zones d'infiltration. -- rotation des cultures dans les zones d'infiltration. Détection précoce des puits salins (5.4.2). Application d'engrais (5.4.3). Drainage en surface (5.4.5). Nivellement des terres (5.4.6). Méthodes d'irrigation (5.4.7). -- drainage souterrain. -- installation d'un revêtement intérieur dans les canalisations et mise en place d'écrans en plastique.	Cultures résistantes aux sels (5.4.4).	
Sols solonetziques (5.5).			Labour profond (5.5.1). Application de produits chimiques (5.5.2). Rotation des cultures, drainage et travail du sol (5.5.3).
Acidité (5.6).	- - - - - - - - Chaulage (5.6.1) -		
	Inhibiteurs d'azote, application d'engrais en nids et en bandes, culture de plantes légumineuses, ajout de matières organiques (5.6.3).	Cultures résistantes aux acides (5.6.2). Labour profond (5.6.3).	
Contamination (5.7)	Agriculture biologique (5.2.2).	Déversements de pétrole -- ajout de substances nutritives, travail du sol, drainage (5.7).	
Dégradation physique (5.8)	Utilisation de pneus à basse pression. Tracteurs munis de moteurs plus puissants. Rotations des plantes à racines fibreuses. Travail du sol approprié. Passage restreint des machines agricoles. Labour de conservation (5.1.1).	Labour profond.	

Le paillage en surface avec les débris de culture (utilisation des résidus végétaux) a pour effet de réduire la vitesse du vent au sol et d'accroître le taux d'infiltration de l'eau (en rendant le sol plus perméable), donc de réduire l'érosion. Ces débris végétaux résistent mieux au passage du cultivateur à grande lame et des sous-soleuses; les machines agricoles très puissantes jumelées à des outils à disque enlèvent plus de débris (Anderson, 1961; Fenester et al, 1965). Les débris debout assurent une meilleure protection contre l'érosion éolienne que les résidus couchés (Woodruff et Siddoway, 1973). Le labour de conservation contribue également à réduire l'envasement des cours d'eau par les débris, sans toutefois enrayer nécessairement la pollution par les éléments fertilisants (Baker et Laflen, 1983, extrait du n° 65). Unger et McCalla (1980) signalent que le labour de conservation procure un rendement comparable à celui des pratiques usuelles, mais que la productivité peut être supérieure dans les zones sèches et inférieure aux endroits froids et humides. L'on s'attend qu'à long terme, le rendement sera beaucoup plus élevé puisqu'il y aura moins d'érosion (Crosson, 1981, n° 20). Le labour de conservation exige toutefois une gestion plus rationnelle, une meilleure connaissance des machines agricoles et des produits chimiques et une utilisation minutieuse des instruments servant au labour et aux semences. L'agriculteur doit aussi maîtriser les techniques d'application des engrais, des herbicides et des pesticides (Crosson, 1981, n° 20).

En ce qui touche le rendement des cultures, les documents consultés n'indiquent pas si les formes de labour de conservation entraînent une plus grande consommation d'engrais à base d'azote par rapport aux pratiques courantes (Crosson, 1981, n° 20; Witmuss, Olson et Laine, 1975). Dans le labour de conservation, l'application d'engrais azoté se fait soit en surface, soit dans la couche superficielle. Cette pratique présente un risque d'augmentation du taux d'acidité du sol jusqu'à une profondeur de cinq centimètres. Il faut alors recourir au chaulage pour neutraliser l'acidité, ce qui provoque un accroissement des coûts et une augmentation du nombre d'opérations mécaniques. Autre facteur non négligeable, la chaux n'est pas facilement disponible dans les Prairies à l'heure actuelle et son coût est élevé.

Malgré l'épandage d'engrais, le labour de conservation contribue à réduire la pollution des cours d'eau par l'azote, le phosphore, etc. étant donné que le degré d'érosion hydrique est diminué de beaucoup (Crosson, 1981, n° 20). Il faudrait toutefois se poser la question suivante : dans quelle mesure l'azote, le nitrate, l'ammoniac et le phosphore (tous des éléments assimilables par les plantes) polluent-ils? Et que dire du phosphore qui peut accélérer le phénomène d'eutrophisation. La pollution par le nitrate constitue aussi un danger pour la santé des êtres humains et des poissons. Certaines études démontrent que le sol érodé des champs soumis à un labour de conservation renferme de plus grandes quantités d'agents polluants assimilables par les plantes. En somme, l'on se demande toujours si le labour de conservation présente une plus ou moins grande menace de pollution de l'eau. Or, tout dépend jusqu'à quel point il réussit à freiner l'érosion.

La lutte contre les mauvaises herbes est un élément important du labour de conservation.

L'on utilise habituellement des herbicides pour remplacer le travail du sol. Le degré de fiabilité des herbicides varie énormément. Johnson et Hennig (1976, n° 36, p. 367) sont d'avis que (traduction libre):

> Pour toutes les cultures, le contrôle optimal des mauvaises herbes constitue la meilleure méthode éprouvée quant à la réduction des déchets d'azote et même à leur déperdition.

L'utilisation d'herbicides engendre une forte majoration des coûts et exige d'excellentes techniques de gestion, parce qu'il faut notamment compenser le rôle de destructeur de mauvaises herbes associé au travail du sol. Il faut aussi recourir à une plus grande quantité d'herbicides pour les raisons suivantes: d'une part, les résidus de culture peuvent bloquer l'action de certaines substances chimiques et d'autre part, un sol plus humide favorise la croissance des mauvaises herbes (Crosson, 1981, n° 20). En présence d'un pourcentage plus élevé de mauvaises herbes vivaces, il peut s'avérer nécessaire de recourir à un plus large éventail d'herbicides lorsque l'on pratique le labour de conservation. Les débris végétaux offrant un milieu favorable aux ennemis des cultures, l'on peut avoir à déplorer une prolifération des insectes et des maladies. Les résidus présents en surface risquent de rendre l'application de pesticides moins efficace. La rotation des cultures (comme les céréales et les graines oléagineuses) peut aussi contrer les problèmes de mauvaises herbes (Biederbeck, Robertson et MacKay, 1981, n° 6).

D'une façon générale, le labour de conservation semble entraîner une réduction de 5 à 10 p. 100 des coûts dans les régions où les sols sont bien irrigués. Il assure un contrôle efficace des mauvaises herbes tout en offrant la possibilité de double culture (Crosson, 1981, n° 20). Les besoins en main-d'oeuvre sont de beaucoup diminués (près de 50 p. 100) tout comme la consommation de carburant (de 10 à 25 litres par hectare annuellement), mais le coût de la machinerie est plus élevé lorsque les agriculteurs désirent conserver la possibilité de retourner aux pratiques courantes. La réaction de chacune des cultures en rapport avec les différents types de sol n'est pas encore connue (Cosper, 1983, extrait du n° 65).

Il semble que la réduction du travail du sol découlant du labour de conservation ait peu de conséquences pour les oiseaux qui nichent dans les champs (comme les faisans) et les autres animaux de la faune sauvage car les débris végétaux leur procurent un habitat plus vaste (Rodgers et Wooley, 1983, extrait du n° 65). Ces conclusions s'avèrent justes en dépit d'une utilisation plus prononcée des produits chimiques. L'on constate cependant une aggravation du problème des rongeurs qui grugent le sol et se nourrissent de graines et de pousses. Un plus grand apport d'engrais et de pesticides entraîne malheureusement des conséquences déplorables au détriment des sols et des écosystèmes qui y sont reliés. L'on englobe ici les écosystèmes du milieu aquatique et terrestre (Rodale, 1984).

La diminution du travail du sol comporte d'autres avantages dont les suivants:

1) la réduction de la vitesse de décomposition des matières organiques et du rythme de libération de l'azote assure le maintien de leur teneur dans le sol (Biederbeck, Robertson et MacKay, 1981, n° 6);

2) la granulométrie du sol n'est pas

modifiée et dans certains cas, elle peut même s'améliorer (Biederbeck, Robertson et MacKay, 1981, n° 6);

3) le tassement du sol provoqué par le poids des outils et le glissement des roues de tracteur est moins grave (Davies et al, 1973), mais ce problème ne se manifeste pas de façon évidente dans les Prairies (Coote, 1981, n° 17; Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19);

4) une meilleure conservation du degré d'humidité du sol (de Jong et Rennie, 1967) contribue à réduire les infiltrations salines (dans le cas des rotations prolongées).

Malheureusement, Zentner (1984, n° 69) signale que les avantages économiques dont les agriculteurs pourraient bénéficier à court terme en recourant aux cultures continues ou au labour de conservation ne représentent pas encore un moyen incitatif.

L'une des raisons principales à l'appui du remplacement des jachères d'été par des pratiques de labour de conservation, c'est le besoin d'utiliser l'humidité du sol de façon plus rationnelle. Il y a un rapport direct entre l'humidité du sol et la salinisation, et cet aspect fait l'objet d'observations plus détaillées ci-dessous (5.4). La culture continue, les rotations prolongées (qui n'éliminent pas pour autant les jachères) et les cultures adaptées permettent elles aussi de tirer le meilleur parti de l'humidité du sol. Ces pratiques sont reprises en détail plus loin (5.2).

5.1.2 Jachère avec produits chimiques

Dans le cas d'une terre en jachère d'été, le labour pratiqué dans le but de désherber se trouve à mélanger les débris végétaux et les particules de sol sans compter les résidus qui sont enfouis par la même occasion. Ce genre de labour augmente la vulnérabilité du sol à l'érosion. Lindwall (1977, n° 39) constate que les agriculteurs des Prairies sont portés à labourer leurs terres plus souvent qu'il ne le faut lorsqu'il s'agit de lutter contre les mauvaises herbes. Depuis la mise en marché récente d'herbicides efficaces et sans résidus, il sera dorénavant possible de réduire le travail du sol de façon significative, surtout dans les zones de sols chernozémiques bruns. Contrairement au labour, l'utilisation de produits chimiques pour lutter contre les mauvaises herbes dans les terres en jachère a pour effet de réduire l'érosion, de conserver l'humidité du sol et d'assurer une productivité comparable, voire même supérieure (Lindwall et Dubetz, 1984, n° 40; Biederbeck, Robertson et MacKay, 1981, n° 6). Par contre, Campbell, Paul et McGill (1976, n° 13) estiment que la quantité d'azote assimilable par les plantes subit une réduction temporaire lors de l'utilisation d'herbicides à la place du travail du sol. De toute manière, les avantages économiques découlant des jachères avec produits chimiques deviennent plus manifestes au fur et à mesure que les coûts du carburant et des outils de labour augmentent (Unger et McCalla, 1980).

5.1.3 Brise-vent et écrans

Les brise-vent et les écrans servent à contrôler l'érosion éolienne en ce sens qu'ils diminuent la vitesse du vent. Dans les Prairies, l'on utilise différentes sortes d'arbres et d'arbustes, l'agropyre allongé et le lin. La taille des arbres et arbustes se fait de manière à restreindre les besoins d'humidité. Ces barrières se trouvent à arrêter la neige, à réduire l'évaporation en provenance des cultures et du sol et à augmenter les réserves d'humidité dans le sol (voir 5.4.1). L'incidence des barrières sur

le rendement des cultures varie selon la nature de la barrière, le type de sol, l'essence et l'espèce utilisées (Administration du rétablissement agricole des Prairies -- ARAP, 1983, n° 58; Nicholaichuk, 1980, n° 51).

Les barrières peuvent cependant favoriser l'érosion hydrique et la salinité et soutirer aux cultures une partie de l'humidité et des éléments nutritifs du sol. De plus, les écrans protecteurs s'avèrent coûteux; ils ne procurent aucun avantage à court terme, et peuvent retarder les labours et les semences en raison de la fonte lente des amas de neige. Ils occupent en outre une partie du territoire agricole, réduisent la largeur des champs (rendant ainsi plus difficile l'usage de grosses machines agricoles); ils nécessitent des travaux de taille et d'élagage, abritent des ennemis des cultures et constituent un milieu propice aux maladies.

5.1.4 Canaux de drainage gazonnés, contrôle du ravinement et culture en terrasses

Le tapissage des canaux de drainage peu profonds et larges avec de l'herbe ou des plantes fourragères peut contribuer à réduire l'érosion par ruissellement (ARAP, 1983, n° 58). Le débit de l'eau est ralenti par les herbes, ce qui a pour effet d'empêcher le ravinement. Lorsque l'effet stabilisateur des couvertures végétales n'est pas satisfaisant, il faut souvent recourir à des travaux de génie pour éliminer le ravinement (ARAP, 1983, n° 58).

L'ARAP (1983, n° 58) en vient à la conclusion que le recours à la culture en terrasses dans les Prairies n'est pas très opportun en raison des coûts prohibitifs, de l'entretien nécessaire et de la durée restreinte. Par contre, cette forme de culture peut s'avérer très productive, puisqu'elle réduit l'érosion par ruissellement (Barnes, 1938).

5.1.5 Culture en courbes de niveau

La culture en courbes de niveau perpendiculaire à la pente, ou le labour des pentes selon les courbes de niveau (dans une proportion de trois à huit p. cent), peuvent contribuer à restreindre le ruissellement (donc à garder l'humidité) sur les terres et à réduire ainsi l'érosion du sol (ARAP, 1983, n° 58). Il semble que l'érosion peut même être diminuée de moitié (Batie, 1983, n° 3). Les coûts ne sont pas tellement élevés, sauf dans les régions où la topographie est irrégulière, et les dépenses supplémentaires sont largement compensées par un meilleur rendement.

5.1.6 Culture en bandes parallèles et suivant les courbes de niveau

La mise en place de plantes résistantes à l'érosion en alternance avec des rangs de jachère ou de plantes vulnérables à l'érosion peut réduire l'érosion éolienne (ARAP, 1983, n° 58). Il est souhaitable que ces cultures en rangs alternés soient perpendiculaires aux vents prédominants responsables de l'érosion. La culture en bandes parallèles suivant les courbes de niveau contribue à restreindre l'érosion hydrique; on parle alors de culture suivant les courbes de niveau. Cette nouvelle forme d'assolement accroît le travail de gestion agricole et oblige l'agriculteur à manoeuvrer ses machines avec plus d'attention et d'adresse. La culture en bandes parallèles influe très peu sur le côté économique de la gestion agricole hormis le fait que les champs soumis à ce genre de culture ne peuvent être mis en pâturage.

5.1.7 Cultures de couverture et culture de plantes d'hiver

Les cultures de seigle d'automne et de blé d'hiver constituent une protection contre l'érosion éolienne et hydrique pendant les saisons d'automne et de printemps (Nicholaichuk, 1983, n° 67). Il arrive que leur rendement dépasse celui des cultures semées au printemps. Elles peuvent contribuer à réduire les infiltrations salines ainsi que les pertes attribuables aux maladies, au gel et à la sécheresse d'été. Elles entraînent également une nouvelle répartition des tâches exécutées par la main-d'oeuvre agricole (Biederbeck, Robertson et MacKay, 1981, n° 6). L'ensemencement de seigle d'automne et de céréales de printemps en août ou en septembre a pour effet d'augmenter la teneur en fibres, d'améliorer l'état du sol, d'éliminer le surplus d'humidité et de retenir les éléments nutritifs (ARAP, 1983, n° 58). Au cours de cette période, les terres peuvent également servir de pâturage restreint. Il faut malheureusement signaler le risque de gel meurtrier au cours de l'hiver, mais les techniques de gestion de la neige peuvent réussir à épargner les cultures d'hiver.

5.1.8 Rotation des cultures de plantes fourragères et de légumineuses

Les rotations de cultures incluant les graminées, la combinaison de graminées et de légumineuses, et les légumineuses (par ex les légumineuses à grains -- pois, haricots, lentilles, etc.) comportent de nombreux avantages (ARAP, 1983, n° 58):

1) amélioration des propriétés physiques du sol, le rendant ainsi moins vulnérable à l'érosion;

2) maintien d'une forte teneur en matières organiques;

3) facteur de contrôle de la salinité en raison du pouvoir d'absorption de l'eau;

4) augmentation de la capacité du sol à fournir les substances nutritives essentielles dont l'azote et le soufre.

Cette méthode que l'on qualifie parfois "d'engrais vert" offre des avantages économiques uniquement dans le cas d'entreprises d'élevage intégré. Elle est moins profitable dans les zones sèches des Prairies en raison du degré d'humidité élevé dont ces cultures ont besoin.

5.1.9 Paillage en ligne interrompue

Le paillage en ligne interrompue est une nouvelle technique fort prometteuse qui permet de réduire le ruissellement et l'érosion attribuables aux pluies d'été (ARAP, 1983, n° 58). Il s'agit de creuser une tranchée étroite et de la remplir de paille ou de débris végétaux tassés à des intervalles de quatre à six mètres. Cette technique convient aux pentes qui subissent les effets de l'érosion hydrique; elle sert à augmenter la pénétration de l'eau.

5.1.10 Interruption de la culture sur les terres sensibles à l'érosion

Il faudrait freiner la tendance actuelle de transformer en terres cultivables les terres fragiles anciennement consacrées au pâturage (Stewart, 1985b). Il est généralement souhaitable de laisser ces terres en pâturage ou en boisés (Batie, 1983, n° 3).

5.1.11 Analyse globale des systèmes de production et des cultures

L'adoption de nouveaux systèmes de production agricole (comme la monoculture de maïs dans les Prairies) risque d'avoir des effets sur l'état d'ameublissement et l'érosion du sol. Il est fort possible que la production accrue de colza ait accéléré la dégradation du sol parce que cette culture est régulièrement

pratiquée sur des jachères d'été, que l'incorporation d'herbicides se fait souvent au moyen de labours et que le colza ne laisse pas beaucoup de débris végétaux (Stewart, 1985b). Il y aurait lieu d'élaborer des techniques de conservation du sol et de formuler des recommandations au rythme de l'évolution des systèmes de production et de la découverte de nouvelles cultures.

5.2 Pertes de matières organiques et affaissement des sols: prévention et contrôle -- utilisation rationnelle des sols

Parmi les méthodes abordées dans la partie 5.1 traitant de l'érosion du sol, la plupart peuvent également servir à restreindre les pertes de matières organiques (voir tableaux 5.1 et 5.2). Le labour de conservation, la rotation des cultures de plantes fourragères et de légumineuses, etc. comptent parmi ces méthodes. Les régions où les conditions climatiques ou économiques ne favorisent pas le labour de conservation pourraient adopter les méthodes suivantes: rotations prolongées, cultures adaptées au degré d'humidité du sol et culture continue (5.2.1).

5.2.1 Rotations prolongées, cultures adaptées au degré d'humidité du sol et culture continue

La présence continue de cultures dans les champs (culture continue ou nouvelles cultures) associée à une moins grande fréquence des jachères dans les programmes de rotation permet de conserver une teneur en matières organiques plus forte que celle observée dans le cas des systèmes reposant sur des jachères fréquentes (Campbell, Paul et McGill, 1976, n° 13; Ridley et Hedlin, 1968). Ces programmes de rotation restreignent l'érosion éolienne et hydrique de même que les infiltrations salines. Lindwall et Dubetz (1984, n° 40) formulent l'observation suivante:(traduction libre):

> La meilleure façon de conserver la productivité du sol consiste à recultiver les terres et ces dernières ne devraient pas être mises en jachère.

Les rotations peuvent être prolongées lorsque l'agriculteur s'adonne aux cultures adaptées. Le cas échéant, il décide au printemps s'il met sa terre en culture ou en jachère. Son choix repose sur le degré d'humidité du sol au moment des semences. Cette décision pourtant simple est difficile à prendre car il doit tenir compte de la préparation du sol, du marché et des contingentements.

Si les rotations prolongées sont jumelées à l'épandage d'une plus grande quantité d'engrais azoté, le sol dispose alors d'une meilleure réserve d'azote assimilable par les plantes (ARAP, 1983, n° 58). Les cultures continues (élimination des jachères d'été) coûtent plus cher (engrais et herbicides) et présentent un risque d'échec plus élevé. A l'heure actuelle, elles peuvent être pratiquées avec succès dans les zones de Luvisol gris et dans les sols chernozémiques noirs. Dans la zone de sols chernozémiques bruns foncés, les cultures continues nécessitent l'intervention des techniques de gestion de la neige. (Les rotations prolongées sont dorénavant possibles dans la zone de sols chernozémiques bruns.) Parmi les régions où il faut réduire les jachères d'été de façon prioritaire, Johnson (1977, n° 35) cite les sols ci-dessus ainsi que les sols à texture grossière. Il vise également les terres qui présentent un risque de salinisation (modéré à élevé) tout comme les

sols sensibles à l'érosion hydrique. Même si ces pratiques sont associées à l'épandage d'une plus grande quantité d'engrais azoté qui risque d'acidifier des sols actuellement neutres ou légèrement acides, cette éventualité ne pose pas de problème pour l'instant, du moins pour la majorité des terres des Prairies (3.2.2; Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19; ARAP, 1983, n° 58).

5.2.2 Agriculture biologique

En fait, l'agriculture biologique regroupe des systèmes de production contemporains dans lesquels sont à peu près bannis les additifs chimiques (US Department of Agriculture, 1980). Le principe de l'agriculture biologique repose sur l'utilisation des débris de culture, du fumier, des autres déchets organiques, des plantes légumineuses, d'appareils mécaniques, de roches minéralisées et de pesticides biologiques. Les systèmes d'exploitation agricole biologique supposent des méthodes de gestion très sophistiquées. Dans certaines circonstances, l'agriculture biologique peut déclencher une augmentation des infiltrations d'eau et des éléments nutritifs assimilables à long terme ainsi qu'une réduction de la consommation d'énergie, et protéger la faune sauvage (Cacek, 1984). Ces systèmes offrent aussi une plus grande stabilité financière en raison des investissements moindres au chapitre des engrais et des pesticides, et une plus grande souplesse découlant de la diversité de ces systèmes.

5.2.3 Inhibiteurs de nitrification et application d'engrais en nids et en bandes

L'irrigation est portée à accroître la teneur du sol en matières organiques, d'où une augmentation du risque de perte d'azote par lessivage et dénitrification, et de perte de soufre par lessivage également. L'épandage d'engrais avec inhibiteurs de nitrification associé à une application en nids et en bandes à proximité des graines ou des plantes peut solutionner ces problèmes (McGill et al, 1981, n° 48).

5.3 Sols organiques: gestion

Il est possible de limiter la perte des sols organiques en maintenant la nappe phréatique à son niveau maximal et en soumettant les terres à une irrigation par inondation au cours des mois d'hiver (Coote, 1983, n° 17). Cependant, il faut habituellement aménager à cette fin des systèmes de drainage et de pompes coûteux et complexes. Il est possible également de réduire le taux d'oxydation par la restriction des activités bactériennes et enzymatiques, en ajoutant du cuivre dans les engrais (Mathur et al, 1979).

Le Manitoba tente, par le biais de la Fires Prevention Act de 1970, de décourager les agriculteurs qui font brûler les matières organiques, détruisant ainsi les couches arables du sol (Michalski, 1977, n° 50). En outre, les municipalités de cette province ont, en vertu des dispositions de la Land Rehabilitation Act de 1971, le pouvoir d'interdire qu'on brûle les chaumes.

5.4 Salinité: prévention et contrôle de la salinité et remise en état des terres

5.4.1 Conservation et utilisation judicieuse de l'humidité

a) Gestion de la neige -- La gestion de la neige (au même titre que le labour de conservation et les cultures continues qui permettent de diminuer les jachères d'été) constitue sans doute l'une des techniques de

prévention et de contrôle de la salinité les plus prometteuses. On peut avoir recours à divers types de barrières pour retenir et redistribuer une plus grande quantité de neige sur le sol et ainsi accroître l'assimilation par la rhizosphère des eaux de fonte des neiges. Il est même possible de cette façon de supprimer complètement les jachères d'été. On compte deux grands types de barrières qui ont des effets sur la quantité d'eau dans le sol:

1) barrières n'affectant pas le taux d'humidité du sol:
   -- andainage
   -- paillage, formation de bandes-piège et d'andains de différentes hauteurs
   -- installation de pare-neige;

2) barrières absorbant une partie de l'eau du sol:
   -- brise-vent et écrans protecteurs (voir 5.1.3)
   -- plantes écran.

Les méthodes de rétention de la neige et, par conséquent, l'emmagasinage accru de l'eau par la rhizosphère contribuent à une nette amélioration du rendement des récoltes (Black et Siddoway, 1976). Malgré le coût d'installation et d'entretien des barrières, les agriculteurs réalisent, dans la plupart des cas, des profits intéressants (Nicholaichuk, 1980, n° 51). Les techniques de gestion de la neige offrent également une protection contre l'érosion éolienne et hydrique et contre les rigueurs de l'hiver.

Grâce aux techniques de gestion de la neige, il est possible d'étendre la superficie de culture du blé d'hiver et de prévenir les problèmes de salinité dans certaines régions des Prairies.

i) Andainage -- andainage ou, à l'aide de machines, amoncellement de la neige à intervalles réguliers après une bonne accumulation de neige au début de l'hiver. Le recours à ces techniques peut, selon la température, entraîner une augmentation du rendement. Toutefois, ces méthodes ne sont pas toujours rentables; elles doivent être appliquées au moment opportun et, outre le travail ardu qu'elles nécessitent, elles font appel à tout le savoir-faire de l'agriculteur (Nicholaichuk, 1980, n° 51; Steppuhn, 1980).

ii) Paillage, formation de bandes-piège et d'andains de différentes hauteurs -- installation de déflecteurs sur les andaineuses permettant la formation de bandes-piège en hauteur; les andaineuses laissent entre chaque bande de paille un espace d'environ 6 ou 7 mètres. Il s'agit là d'une technique de gestion de la neige et de conservation de l'humidité très intéressante et fort rentable (Dyck, 1982; Nicholaichuk et Dyck, 1983, n° 43; ARAP, 1983, n° 58; Nicholaichuk, 1980, n° 51; Nicholaichuk et Keid, 1980). On poursuit toujours les recherches en vue de mettre au point un accessoire s'adaptant aux andaineuses qui soit encore meilleur.

iii) Installation de pare-neige -- des études ont démontré qu'en matière de gestion de la neige l'installation de pare-neige a des

effets bénéfiques sur le rendement des cultures (Nicholaichuk, 1980, n° 51). Toutefois, le recours à cette technique s'avère peu pratique dans les Prairies.

iv) Plantes écran -- les rangs simples ou doubles d'herbe très longue s'avèrent très efficaces en matière de gestion de la neige (Black et Siddoway, 1976). Le lin, le colza et la moutarde conviennent bien à cette fin (Nicholaichuk, 1983, n° 53). Ces cultures exigent peu de soins, mais tout comme les brise-vent et les écrans protecteurs, elles peuvent absorber une partie de l'eau du sol nécessaire à la croissance des plantes.

Les amoncellements de neige importants peuvent entraîner la formation de puits salins (Sommerfeldt et MacKay, 1982). En laissant les chaumes sur pied et en éliminant les écrans qui retiennent la neige excédentaire, il est possible de limiter les infiltrations salines. Il convient donc de semer, dans les zones où les amoncellements sont particulièrement marqués, des plantes vivaces à système racinaire profond (ARAP, 1983, n° 58).

b) Irrigation à partir des fondrières -- Les agriculteurs irriguent à l'occasion leurs terres en se servant de l'eau de ruissellement ou de la neige accumulées dans les fondrières. Ils peuvent ainsi réduire les infiltrations salines et augmenter la surface agricole utile (de Jong et Cameron, 1980, n° 21).

c) Travail du sol réduit -- De nombreux agriculteurs labourent leurs terres avant ou pendant les semis afin d'enterrer les résidus de plantes. Or cette technique, tout en ameublissant le sol, assèche le lit de semence et appauvrit la récolte (Lindwall et Dubetz, 1984, n° 40, p. 123). Afin de pallier le besoin en humidité du sol, l'agriculteur se sent donc obligé de pratiquer la jachère d'été. En fait, il gaspille probablement ainsi une bonne partie de l'humidité qui se retrouve dans le sol au printemps, compromettant ainsi sa récolte; en outre, les résidus auraient permis de retenir les eaux de pluie (Johnson et Hennig, 1976, n° 36; Rennie et Day, 1957). Il se peut qu'en réduisant simplement le travail du sol, on arrive à conserver assez d'humidité pour permettre la culture fréquente d'un champ.

d) Culture de plantes tampons dans les zones d'infiltration -- La culture de plantes tampons à système radiculaire profond dans les zones d'infiltration saline peut assécher le sous-sol et, après quelques années, rendre au sol sa capacité de rétention (Henry et Johnson, 1977, n° 31; Brown et Cleary, 1978). La luzerne est l'une des plantes qui convient le mieux ici; en quatre ou cinq ans, ses racines atteignent six mètres de profondeur et elle absorbe plus de 760 millilitres d'eau par année (Miller et al, 1981; Brown, 1982). On peut aussi cultiver du sainfoin, du carthame, de l'élyme de Russie, de l'agropyre allongé et du mélilot, quoique ces plantes ne conviennent pas toutes aux Prairies canadiennes (ARAP, 1983, n° 58). On n'a pas encore découvert la plante tampon idéale, compte tenu des conditions régnant dans les Prairies.

e) Rotation des cultures dans les zones d'infiltration -- En alternant, après

quelques années, la culture de plantes annuelles à système racinaire profond, comme le carthame et le tournesol, et la culture des céréales, on arrive à récupérer l'eau souterraine dont ne s'alimentent pas les céréales.

5.4.2 Détection précoce des infiltrations

La détection précoce des infiltrations salines permet de prévenir la croissance réduite des plantes due à la salinité. On peut détecter les infiltrations salines aux signes suivants (ARAP, 1983, n° 58; Brown et Krall, 1981; Henry et Johnson, 1977, n° 31):

1) maintien prolongé de l'eau en surface après de fortes pluies;

2) présence de marbrures de fer dans le sous-sol;

3) croissance excessive d'une partie de la récolte et verdissement prolongé des feuilles de certaines plantes;

4) présence de mauvaises herbes communes, tels le chardon de Russie, la kochie, l'orge sauvage et le chénopode blanc, ou encore, dans les zones non cultivées, présence marquée de salicorne, d'herbe des prés salés et de sarcobate.*

Halvorson et Rhoades (1976) ont démontré comment la méthode de résistivité à quatre électrodes pouvait servir dans les cas suivants:

1) évaluation de la salinité de la rhizosphère dans un champ;

2) identification des zones d'infiltration possible;

3) repérage des zones d'alimentation;

4) mesure de la salinité de l'eau.

Grâce à la télédétection, on peut obtenir rapidement des données synoptiques et chronologiques permettant de détecter et de cartographier les infiltrations actuelles et éventuelles (ARAP, 1983, n° 58; p. 77).

Il est souvent difficile d'isoler les zones d'infiltration (ARAP, 1983, n° 58). L'un des procédés les plus précis est le recours aux cartes en courbes de niveau illustrant les eaux souterraines; on y trouve des données provenant des tubes de jaugeage installés dans la nappe phréatique. Dans les zones de faible drainage, un technicien de l'endroit peut relever et tracer les zones d'infiltration grâce à ses connaissances du milieu et après avoir effectué des études pédologiques. On peut également, à l'aide de quatre piézomètres disposés en damier dans la pente ascendante de la zone d'infiltration connaître la source de l'écoulement salin, sans pour autant être en mesure d'en indiquer l'étendue. Il faut procéder à une inspection attentive du terrain étant donné la diversité des textures du sous-sol.

5.4.3 Application d'engrais

Une bonne fertilisation du sol (fondée sur des études pédologiques) dans les zones d'infiltration peut favoriser l'enracinement profond et l'assimilation de l'eau par les plantes (ARAP, 1983, n° 58), de même qu'une augmentation du rendement, une diminution du lessivage des sels solubles et une réduction des pertes d'eau par suite des infiltrations salines (Campbell et Biederbeck, 1980, n° 11). En utilisant du phosphate comme engrais au moment de semer les grains de céréales

---

* Appellation française suggérée par le traducteur ("greasewood" (sarcobatus vermiculatus) ne paraissant qu'en anglais dans le recueil n° 1397 d'Agriculture Canada intitulé Noms populaires et scientifiques des plantes nuisibles du Canada, révisé 1980).

dans un sol modérément salin, on augmente sensiblement le rendement de la récolte (Henry et Johnson, 1977, n° 31).

5.4.4 Cultures résistantes aux sels

Il faut éviter de laisser à nu les zones salines. Dans les régions très salines (où la conductivité électrique d'échantillons saturés d'eau, provenant du sol de surface, atteint plus de 8 à 10 mS/cm), on devrait pratiquer la culture permanente des plantes fourragères, comme la luzerne, ou d'un mélange varié de plantes fourragères (Lawrence, 1980; ARAP, 1983, n° 58). La quantité de nitrates dans ces plantes peut être élevée, mais le choix de plantes convenant à un sol salin est souvent fonction de la résistance de la plante aux sels et de sa capacité d'absorption de l'eau. L'orge, et en particulier l'orge à six rangs, est la céréale qui résiste le mieux aux sels (Vander Pluym, 1982, n° 66).

5.4.5 Drainage en surface

On peut réduire sensiblement, et à peu de frais, les infiltrations en drainant les étangs naturels ou artificiels de façon intermittente (Vander Pluym, 1982, n° 66; Lilley, 1982, n° 38). On a recours pour ce faire aux tranchées de drainage gazonnées et aux tuyaux enfouis dans le sol. Étant donné qu'ils ne contiennent pas de sels, ces étangs peuvent servir à l'irrigation (voir 5.3.1). Le drainage de ces eaux accroît la superficie des terres cultivées. Il faut éviter de drainer les grosses marmites de géants semi-permanentes (Miller et al, 1981), car en perturbant l'horizon induré argileux, il se peut qu'on provoque une augmentation des infiltrations. D'autres effets néfastes, comme la perte de terres humides qui constituent l'habitat naturel de divers oiseaux aquatiques, oiseaux de mer, etc., peuvent également résulter du drainage en surface (Kruser, 1984). L'écoulement de ces eaux (qui contiennent une grande quantité de solides dissous) pose aussi un sérieux problème (Lilley, 1982, n° 38). En Alberta, il faut détenir un permis pour pouvoir procéder au drainage en surface; en outre, on peut obtenir des ministères de l'Agriculture et de l'Environnement de cette province des conseils sur l'installation de systèmes de drainage efficaces.

5.4.6 Nivellement des terres

Afin de mieux répartir le taux d'humidité dans le sol et de limiter l'apparition d'étangs ou de zones uliginaires dans les dépressions, on peut avoir recours au nivellement des terres (Lilley, 1982, n° 38). Cette approche comporte cependant des restrictions d'ordre monétaire et topographique et peut entraîner la destruction des terres humides où vivent une variété d'oiseaux aquatiques et autres.

5.4.7 Méthodes d'irrigation

a) Drainage souterrain -- Dans les régions irriguées des Prairies, le drainage souterrain est l'une des méthodes de contrôle de la salinité les plus répandues (Vander Pluym, Paterson et Holm, 1981, n° 67). Cette méthode permet de réduire le niveau de la nappe phréatique (engorgements) et de désaliniser la rhizosphère, ce qui entraîne une augmentation du rendement. Dans les zones non irriguées, cette méthode s'avère peu populaire, en raison de son coût élevé et des dangers de pollution qu'elle présente (ARAP, 1983, n° 58). L'utilisation du drainage souterrain pose des problèmes particuliers:

1) cette technique ne convient pas aux

sols de texture fine;

2) les tuyaux de drainage sont souvent assez éloignés des principales strates aquifères;

3) les conditions ou les techniques d'installation laissent souvent à désirer.

b) Installation de revêtements intérieurs dans les canalisations et d'écrans de plastique -- On a de plus en plus recours à l'installation de revêtements intérieurs dans les canalisations afin de réduire les risques de fuites vers les infiltrations salines et d'augmenter le débit d'eau dans les canalisations (Vander Pluym, 1982, n° 66). Cette méthode s'avère cependant très coûteuse (environ 50 $ à 60 $ le mètre pour deux à quatre agriculteurs).

L'introduction d'écrans de plastique jusqu'à la couche imperméable du sol le long des canalisations est de plus en plus répandue (Vander Pluym, 1982, n° 66). Le drainage souterrain limite donc les fuites des canalisations.

5.5 Sols solonetziques: gestion et amélioration

Il existe diverses méthodes de gestion et d'amélioration des sols solonetziques.

5.5.1 Labour profond

Le labour profond et le mélange en parts égales de sols d'horizons A, B et C qui en résulte constituent une méthode courante de remise en état des sols solonetziques. Le labour profond permet d'améliorer les conditions du sol, d'augmenter le niveau du pH, etc. Il faut labourer la terre jusqu'à une profondeur de 40 à 60 centimètres afin d'atteindre la couche de gypse présente (le cas échéant) dans le sol (Toews, 1973; Henry et Johnson, 1977, n° 31). Cette technique permet d'augmenter sensiblement le rendement (ARAP, 1983, n° 58).

5.5.2 Application de produits chimiques

L'application de chaux sur des sols solonetziques et plus particulièrement sur des sols acides peut avoir des effets bénéfiques. Cependant le coût en est élevé et il s'agit d'une denrée plutôt rare dans les Prairies (ARAP, 1983, n° 58). Suivent d'autres produits chimiques utilisés couramment:

1) gypse mélangé au sous-sol (Carter et al, 1977);

2) nitrate d'ammonium -- meilleure source d'azote en matière de production herbagère (Cairns et al, 1967);

3) soufre et divers composés sulfureux et azotés, comme par exemple le bisulfite d'ammonium (Cairns et Beaton, 1976).

5.5.3 Rotation des cultures, drainage et travail du sol

On a démontré, lors d'une expérience tentée à Vegreville en Alberta, qu'en procédant à une rotation prolongée des cultures plutôt que de pratiquer la jachère d'été, on obtient un rendement beaucoup plus élevé dans le cas des sols solonetziques (ARAP, 1983, n° 58).

Le drainage en surface réduit l'accumulation de sels au cours de l'assèchement du sol. Les canaux d'irrigation naturels peu profonds que laisse sur son passage la déchaumeuse à disques permettent un bon drainage du sol. Par contre, le drainage souterrain constitue une pratique plus ou moins rentable, étant donné le lent déplacement de l'eau dans ce type de sol (ARAP, 1983, n° 58).

Il faut labourer les sols solonetziques quand la terre n'est ni trop humide, ni trop sèche.

5.6 Acidification: prévention, contrôle et gestion

5.6.1 Chaulage

Le chaulage constitue une opération rentable qui, à long terme (10 à 15 ans), résout les problèmes d'acidification; le coût d'achat de la chaux est cependant assez élevé (30 $ à 40 $/tonne) (Hoyt, Nyborg et Ukrainetz, 1981, n° 34). L'utilisation accrue de la chaux dans les Prairies devrait cependant permettre de réduire ces coûts. L'usage plutôt limité de la chaux à l'heure actuelle résulte de la difficulté qu'éprouvent les agriculteurs à s'en procurer, surtout dans les régions les plus touchées (Coote, Dumanski et Ramsey, 1981, n° 19).

L'utilisation de la chaux est fonction du degré d'acidification du sol, de la fragilité des cultures et du besoin à long terme. Il est essentiel de poursuivre des recherches sur l'utilisation de la chaux et sur les divers types de chaux, de promouvoir cette technique et d'effectuer des analyses d'échantillons de sol chaulés. La prévention de l'acidification du sol devrait en outre figurer aux premiers rangs des priorités (voir 5.6.3).

5.6.2 Cultures résistantes aux acides

La croissance de plantes tels l'avoine, le sarrasin et le seigle permet temporairement de retarder les pertes de rendement des cultures en milieu acide (Hoyt, Nyborg et Ukrainetz, 1981, n° 34). Le blé, le trèfle, les graminées et le maïs croissent relativement bien dans les sols acides (pH variant entre 5,5 et 7; ARAP, 1983, n° 58).

5.6.3 Solutions possibles

En ajoutant des matières organiques, tels la tourbe, la farine de luzerne ou le fumier, on arrive à réduire les taux de pH qui représentent des concentrations toxiques pour certaines plantes ou encore à accroître le taux de pH du sol (ARAP, 1983, n° 58). Il existe d'autres solutions possibles que voici (Hoyt, Nyborg et Ukrainetz, 1981, n° 34):

1) labour profond du sous-sol auquel on ajoute de la chaux;

2) épandage d'engrais azotés permettant de réduire la nitrification;

3) application en bandes d'engrais azotés;

4) fixation de l'azote moléculaire atmosphérique par le biais des légumineuses.

D'application moins pratique que le chaulage, ces méthodes ont l'avantage d'être moins dispendieuses.

5.7 Contamination par le pétrole: remise en état des terres

La remise en état des terres contaminées par les déversements de pétrole peut prendre d'un à dix ans (Webb, 1982, n° 68; McGill, 1982, n° 46). On peut y arriver grâce à l'application d'une des méthodes suivantes:

1) ajout d'éléments nutritifs dans le sol entraînant une activation de la décomposition du pétrole par les microbes que contient le sol;

2) labours permettant l'incorporation de divers engrais dans le sol ameubli;

3) drainage au besoin.

Dans certains cas, la remise en état des sols contaminés par le pétrole pose de graves problèmes suite au déversement du pétrole jusque dans les couches sous-jacentes et du mélange du pétrole avec la saumure (eau salée utilisée dans le processus de récupération du pétrole). Les sols contenant alors de la

saumure donnent lieu à d'autres problèmes, étant donné qu'on retrouve plus de saumure que de pétrole dans le sol, la récupération de la première étant plus difficile que celle du pétrole et les sels n'étant pas biodégradables (Webb, 1982, n° 68).

5.8 Dégradation physique: prévention et contrôle

Il est possible d'ensemencer les champs détrempés ou qui s'égouttent lentement à l'aide de tracteurs munis de pneus à basse pression, ce qui réduit considérablement les dommages causés à la structure du sol par le tassement (Miller, 1981). Cette technique semble offrir des avantages intéressants. En outre, les tracteurs munis de moteurs plus puissants permettent d'accélérer le travail et de limiter le temps passé sur les champs détrempés (Dyer, 1982, n° 22). On peut également réduire le tassement du sol grâce à la rotation de plantes à racines fibreuses (par opposition à la monoculture en lignes) et à l'adoption de méthodes culturales limitant la fragmentation des mottes (Coote, 1983, n° 17). Dans certaines fermes où le travail de la terre nécessite de multiples opérations, on essaie parfois de réduire le passage des machines agricoles (Cameron et al, 1981, n° 9). Ainsi, l'on s'en tient à des chemins étroits de manière à laisser intacte la plus grande partie du champ. On peut avoir recours au labour profond (sous-solage) lorsque la formation d'une croûte ou d'une couche dense de sol sous cette croûte empêche la croissance des plantes et le drainage du sol (Cameron et al, 1981, n° 9). Des recherches ont démontré que le labour de conservation permet d'améliorer la structure du sol, d'accroître la densité apparente du sol, de mieux aérer le sol, d'en améliorer le potentiel comme véhicule de l'eau et enfin d'en accroître la capacité d'assimilation de l'eau (Cameron et al, 1981, n° 9; Campbell, 1983, n° 60). Les diminutions de température du sol qui en résultent peuvent cependant retarder la germination (Crosson, 1981, n° 20).

5.9 Répercussions économiques découlant de l'application de mesures de conservation du sol

Le sol des Prairies doit sa structure à quelque 15 000 années de transformations physiques, chimiques et biologiques diverses. Étant donné qu'il faut des siècles pour renouveler les sols dont on a enlevé ou endommagé la couche arable, les terres doivent, selon Foss (1983, n° 25), être considérées comme une ressource non renouvelable. Il se peut qu'avec le temps, l'exploitation de ces terres ne soit plus rentable ou que les mesures de conservation soient inutiles, surtout dans le cas où l'on relève des problèmes de salinité du sol.

L'ARAP (1983, n° 17) souligne qu'il est difficile d'évaluer avec précision les répercussions économiques qui peuvent découler de l'application de mesures de conservation du sol; elle présente néanmoins, en termes de profits, les avantages qui en découlent dans trois cas différents (tableau 5.3.). Malgré une diminution possible des prix attribuable à une augmentation de la production, les profits réalisés grâce à l'adoption de mesures de lutte contre l'érosion, la salinité et l'acidité du sol devraient, selon les prévisions de l'ARAP, se chiffrer à 233 millions de dollars par année d'ici 1990 et à 440 millions de dollars par année entre 1990 et l'an 2000, pour atteindre 2,8 milliards de dollars d'ici l'an 2000. Il convient de

TABLEAU 5.3:

RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES DÉCOULANT DE L'APPLICATION DE MESURES DE CONSERVATION DU SOL, 1982-2000[a,b]

Problème de conservation	Profits annuels ('000,000 $)		Profits cumulatifs ('000,000 $)
	1990	2000	1982-2000
Salinité[c]	$149,36	$336,05	$1 790,30
Érosion	$16,35	$36,79	$195,99
Perte d'azote assimilable	$67,62	$67,62	$790,45
PROFITS TOTAUX	$233,33	$440,46	$2 776,74

[a] Les profits cumulatifs ont été établis en fonction d'un taux d'escompte de 5 p. cent.
[b] Pour chaque pourcentage (1 p. cent) d'augmentation de la production, on a prévu une diminution des prix de l'ordre de 26 p. cent, sauf dans le cas de l'azote (prix stables).
[c] Estimation prudente fondée sur l'étude de la région saline.

SOURCE: ARAP, 1983, n° 17, p. 265.

noter que près des deux tiers des profits proviennent des mesures de lutte contre la salinité. En outre, l'ARAP prévoit des effets indirects sur l'économie qui devraient se traduire par une augmentation du produit intérieur brut de l'ordre de 398 millions de dollars dans les Prairies et de 498 millions de dollars dans l'ensemble du Canada en 1990, ces chiffres atteignant respectivement 744 millions de dollars et 930 millions de dollars en l'an 2000. Les prévisions ne tiennent pas compte des divers coûts reliés à l'application des mesures de conservation, ni au rapport coûts-rendement, ni aux avantages découlant de la réduction de facteurs extérieurs. Zentner (1984, n° 69, p. 201) prétend qu'il s'agit d'une estimation prudente et que les profits réels pourraient être beaucoup plus élevés. Par contre, dans une étude effectuée récemment, Anderson et al (1984) remettent en question l'augmentation prévue, au cours des deux prochaines décennies, du taux de salinité du sol et, du même coup, l'importance des profits réalisés.

6.0 ROLE DES GOUVERNEMENTS

Par leurs interventions volontaires et involontaires, les gouvernements influencent la nature et la qualité des mesures prises en matière de gestion du sol dans la région des Prairies. Le présent chapitre décrit la façon dont s'exercent ces interventions d'après les ouvrages consultés et porte d'abord sur les interventions actuelles (6.1), puis sur les possibilités d'intervention futures (6.2). La dernière section du chapitre présente les recommandations, les évaluations et les mises en garde que renferment ces documents.

6.1 Rôle actuel

Les questions relatives à la politique gouvernementale en matière de gestion du sol sont complexes et suscitent la controverse. Le gouvernement fédéral et la plupart des provinces ont pris certaines mesures relativement à la conservation du sol mais, de l'avis de Lok (1983, n° 41), personne ne s'est encore engagé à fond. A titre de comparaison, il suffit de mentionner qu'il existe aux États-Unis, où les problèmes sont semblables, un programme intensif de conservation des sols depuis déjà quarante ans (Batie, 1983, n° 3). Les ressources consacrées à la conservation des sols dans les États américains frontaliers sont de trois à dix fois supérieures à celles qui sont affectées dans les Prairies (fig. 6.1).

La plupart des gouvernements des provinces disposent d'études préliminaires sur l'ampleur de l'érosion des terres agricoles (Lok, 1983, n° 41). Bon nombre d'entre eux ont adopté des politiques et des programmes visant à fournir des renseignements et des services spécialisés en la matière. Il existe des programmes d'aide financière, par exemple le programme régional de conservation des terres de l'Alberta grâce auquel les municipalités peuvent faire des démonstrations des techniques de conservation des sols ou de remise en état des terres dégradées. Certaines provinces ont même le pouvoir de poursuivre en justice les agriculteurs qui laissent leurs terres se dégrader excessivement par suite des effets de l'érosion (c'est le cas par exemple de l'Alberta et de sa Soil Conservation Act, 1980). On trouvera un aperçu des lois fédérales et provinciales pertinentes dans les documents de Coote (1983, n° 17) et de Barlott (1983, n° 4).

Le Conseil de l'environnement de l'Alberta (1984) a recommandé récemment une série de mesures pour lutter contre la dégradation des terres:

1) la création d'une Commission de conservation des ressources agricoles chargée, au nom de la province, de conserver, de maintenir et d'améliorer le territoire agricole;

2) l'établissement d'un système de classification des sols selon leur potentiel agricole;

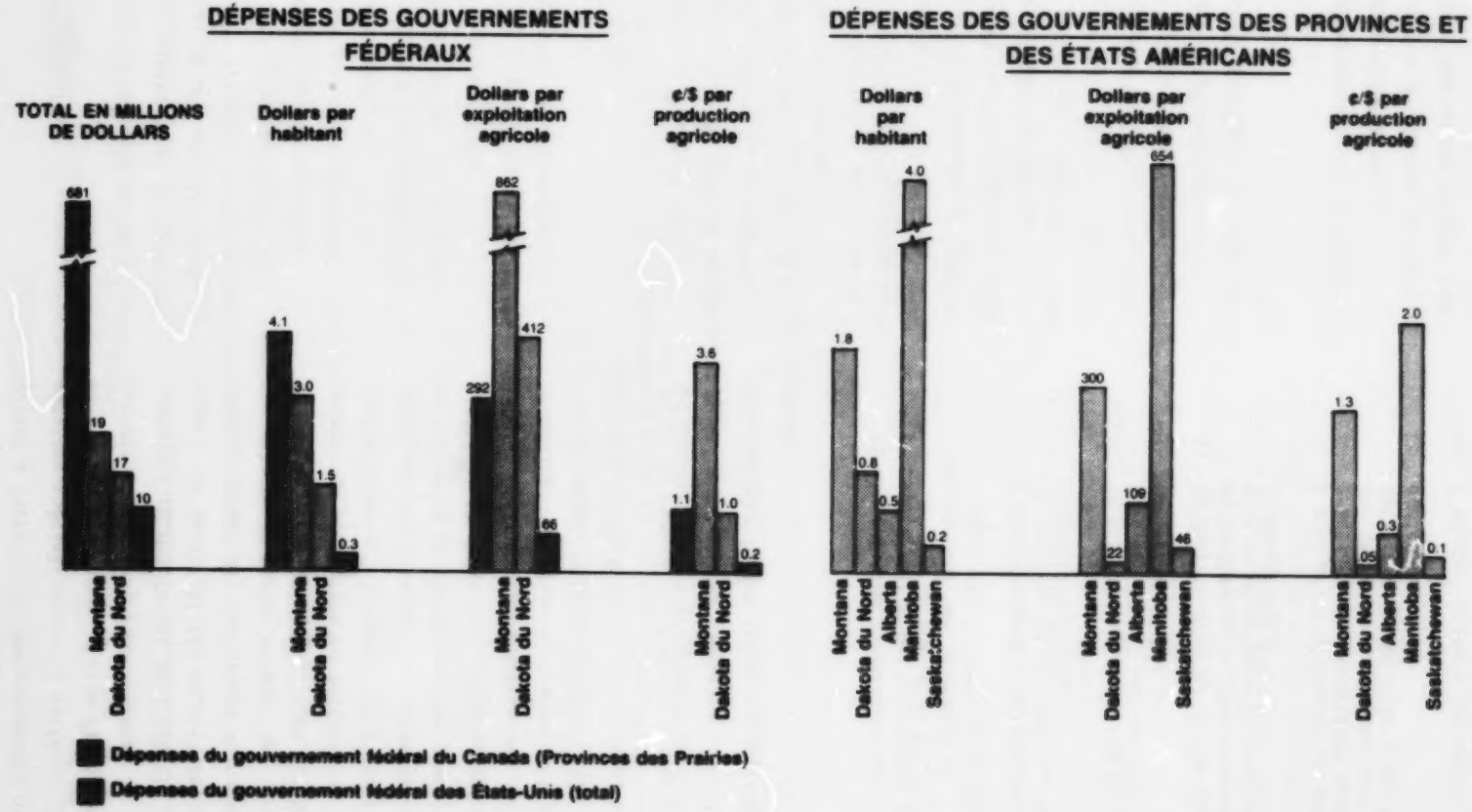
3) la création de districts de remise en état des terres par les propriétaires fonciers;

4) la modification du régime des quotas de la Commission canadienne du blé afin de décourager la pratique des jachères d'été;

5) l'obligation d'obtenir un permis précisant les conditions auxquelles une terre non exploitée peut être défrichée ou déboisée à des fins agricoles;

6) l'assouplissement des règles du commerce interprovincial ou la

FIGURE 6.1:
DÉPENSES DES GOUVERNEMENTS FÉDÉRAUX, DES PROVINCES ET DES ÉTATS AMÉRICAINS AU TITRE DE LA CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU, CANADA ET ÉTATS-UNIS



SOURCE: ARAP (1983, n° 17), p. 30-32.

création d'un organisme provincial d'aide à la commercialisation afin d'aider les producteurs de bovins;

7) la poursuite de recherches sur le maintien et les amendements du sol, sur la remise en état des terres et sur les produits chimiques utilisés en agriculture;

8) la restriction aux limites actuelles, de l'expansion agricole dans les zones septentrionales jusqu'à ce qu'on détienne plus de renseignements sur les zones d'expansion possibles.

Dans sa stratégie agro-alimentaire, le gouvernement fédéral reconnaît que l'expansion de la production essentielle à la réalisation de ses objectifs, et les ressources nécessaires à cette fin, dépendent en grande partie de la conservation et de l'amélioration des terres (Agriculture Canada, 1981, p. 14). Les ententes fédérales-provinciales les plus récentes concernant les programmes d'expansion agricole à frais partagés, signées avec le Manitoba et la Saskatchewan (Manitoba, 18,2 millions de dollars; Saskatchewan, 26,0 millions de dollars), indiquent clairement que la dégradation des terres est une préoccupation importante. Au Manitoba, on a affecté des fonds à la création de districts de conservation, à la recherche sur la lutte contre l'érosion, à des études sur la conservation des matières organiques et sur le rétablissement des terres salinisées, à des démonstrations et à des prospections pédologiques. L'entente conclue avec la Saskatchewan porte sur des mesures visant à déterminer la nature et la gravité de la dégradation, les secteurs touchés et la mise sur pied à l'intention des agriculteurs d'un service de conservation des sols par l'intermédiaire de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP; 14 nouveaux postes). Un protocole d'entente a également été signé avec l'Alberta en vue d'y instaurer un programme semblable. L'ARAP a également fait des efforts en vue de réduire la dégradation des terres et de remettre en état les terres qui se sont détériorées gravement depuis les années 1930, en distribuant des arbres pour aménager des brise-vent et rétablir les terres (programme des pâturages communautaires).

La recherche sur l'aridoculture (en vue d'accroître la capacité de rétention capillaire du sol, la conservation des chaumes et la stabilité du sol) se poursuit depuis longtemps à Swift Current et dans d'autres stations de recherche d'Agriculture Canada (Goettel, Hermans et Coote, 1981, n° 28; Administration du rétablissement agricole des Prairies, 1983, n° 17). Le projet de construction d'un centre de recherche sur les sols et sur l'eau en Saskatchewan est reporté à plus tard, faute d'argent. Bien que soixante employés d'Agriculture Canada effectuent des recherches sur les sols dans les Prairies, tous ne travaillent pas nécessairement dans le domaine de la conservation. Le ministère de l'Agriculture de l'Alberta, l'Université de la Saskatchewan (programme Farm Lab), l'Université de l'Alberta ainsi que les participants au programme Alberta's Farming for the Future poursuivent des travaux de recherche du même ordre (Heritage Trust Fund; Murray et Hardy, 1984). Prospection pédologique Canada-Manitoba, l'Institut de pédologie de la Saskatchewan, le ministère de l'Agriculture de l'Alberta, le ministère de l'Environnement de l'Alberta et d'autres organismes estiment que la cartographie des secteurs dégradés est une priorité. Pour avoir un aperçu des projets de recherche et des activités poursuivies en matière de conservation des sols et de dégradation des

terres dans les Prairies, on peut consulter le document de Murray et Hardy (1984).

La prospection pédologique s'est intensifiée récemment afin d'évaluer l'ampleur du problème de dégradation des terres. Mais Stewart (1985b) fait remarquer que l'ensemble des projets de recherche sur la conservation des sols entrepris par Agriculture Canada représente, par exemple, une proportion inférieure aux travaux de recherche poursuivis par le Ministère dans le domaine de la production du tabac en Ontario. Selon Lok (1983, n° 41), l'Institut de recherches sur les terres du Ministère n'a engagé que trois chercheurs à sa sous-section de dégradation des terres pour étudier le phénomène de l'érosion. Cependant, le Ministère examine actuellement la possibilité d'intensifier les travaux de recherche et d'étude sur les terres (Nowland, 1985). Ce projet s'inscrit dans un effort en vue d'élaborer une stratégie ministérielle de conservation des sols. Une expérience semblable se poursuit au Service de la conservation de l'environnement d'Environnement Canada, conformément au mandat du Ministère en ce qui concerne la qualité des terres (Loi sur le ministère de l'Environnement, 1970, article 5 (a) (i)).

Jusqu'à tout récemment, le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux avaient réduit leurs efforts dans le domaine de la conservation des sols (l'adoption en Alberta de The Control of Soil Drifting Act remonte à 1935). En fait, sur les 20 millions de dollars et plus que représente le budget fédéral annuel consacré aux programmes d'expansion agro-alimentaire, pas un sou n'a été affecté expressément aux problèmes de la dégradation des terres. Il existe bien sûr divers programmes fédéraux de justification des prix et du revenu, comme les programmes de stabilisation et de crédit agricole, qui favorisent et permettent la gestion des exploitations agricoles à long terme, mais ils ne comprennent toujours pas de mesures précises visant à encourager une meilleure gestion du sol. Ces programmes pèchent donc par défaut et ratent d'excellentes occasions de développer une agriculture viable.

De plus, selon Pidgeon (1984), la hausse considérable apportée récemment au tarif de la passe du Nid-de-Corbeau en vertu de la Loi sur le transport du grain de l'Ouest de 1983, peut inciter les producteurs agricoles à exploiter une plus grande partie des terres marginales afin de maintenir la rentabilité de leurs exploitations. Pidgeon fait également remarquer que les quotas commerciaux appliqués aux céréales par la Commission canadienne du blé sont largement contestés, car cette mesure incite les agriculteurs à exploiter des terres inutilement afin de hausser le quota commercial qui leur est imparti. Il décrit la complexité du problème et des études entreprises pour y trouver une solution pratique.

L'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP) reconnaît qu'il faut faire plus d'efforts et elle signale, dans son rapport détaillé sur la dégradation des sols dans les Prairies publié récemment, que (traduction libre):

> Les programmes de conservation en vigueur dans les Prairies ne permettent pas d'évaluer avec justesse les problèmes du secteur agricole. Pour lancer un projet de conservation des sols de grande envergure, il faudra disposer de ressources considérables....

Il faudrait trois fois plus de ressources humaines et dix fois plus de ressources financières qu'on en a actuellement (fig. 6.1) pour arriver à déployer des efforts semblables à ceux qu'on investit dans le domaine de la conservation des sols dans les Grandes Plaines des États-Unis.

Selon Coote (1983, n° 17), on compte un nombre restreint de lois régissant les pratiques agricoles.

1) Mesures coercitives -- en vertu des dispositions du Soil Conservation Act (1980) de l'Alberta, les agriculteurs de cette province doivent labourer avec leur sous-soleuse afin de ramener les mottes de terre à la surface du sol et ainsi freiner l'érosion éolienne. Cette mesure n'a été que faiblement appliquée; les agriculteurs tendent à s'y conformer seulement lorsque l'érosion éolienne risque d'être particulièrement grave. (Voir également la loi manitobaine The Land Rehabilitation Act, 1970; ARAP, 1983, n° 58.)

2) Réglementation du drainage -- les agriculteurs de la Saskatchewan doivent obtenir un permis avant d'entreprendre des travaux de drainage en vertu de la loi provinciale Drainage Control Act, 1981; cette mesure a pour but d'empêcher l'érosion et la salinisation du sol.

3) Restrictions relatives au brûlage -- le brûlage des sols organiques peut être limité en vertu de la loi manitobaine, The Fires Prevention Act, 1970.

4) Mesures de contrôle de l'érosion -- en vertu de la Loi sur les pêcheries, 1976-1977, du gouvernement fédéral, les gouvernements des provinces des Prairies peuvent prendre des mesures contre les agriculteurs qui laissent l'érosion du sol endommager l'habitat des poissons. Cette mesure est généralement difficile à appliquer à des situations rencontrées en agriculture. Beaucoup de provinces offrent des primes d'encouragement aux agriculteurs qui veulent prendre des mesures pour lutter contre l'érosion. Il convient également de citer la Loi sur le rétablissement agricole des Prairies, 1970 qui prévoit la distribution d'arbres pour aménager des brise-vent.

5) Réglementation de l'utilisation des pesticides -- les lois fédérales renferment des dispositions selon lesquelles on peut retirer du marché les pesticides causant des problèmes d'intoxication ou de pollution du sol.

6) Réglementation de l'évacuation des boues des eaux usées -- la plupart des provinces réglementent l'évacuation de ces boues et plusieurs ont adopté des lignes de conduite visant à prévenir la contamination du sol.

D'après Coote, les politiques concernant la production et la mise en marché ont plus de répercussions que les lois elles-mêmes. Il signale, par exemple, le programme LIFT (Lower Inventories for Tomorrow - 1970-1971 - Programme de réduction des stocks de blé) qui a contribué à accroître sensiblement la superficie des terres mises en jachère d'été, car il visait à réduire la production. Ce genre de politique peut nuire considérablement aux pratiques de gestion du sol dans les Prairies.

6.2 Rôle possible

Les recommandations qui sont présentées au gouvernement dans les documents sur la dégradation du sol reflètent à la fois la vaste gamme de problèmes liés à la gestion du sol dans les Prairies, et la formation différente des chercheurs et des représentants des organismes qui les ont formulées.

L'Institut agricole du Canada (1980) a demandé qu'on améliore la base de données sur l'érosion du sol en y ajoutant un répertoire des besoins, dont les suivants:

1) faire des recherches pour déterminer dans quelle mesure l'érosion du sol réduit la productivité et contribue à

la pollution de l'environnement;

2) quantifier les changements affectant la structure physique du sol, déterminer les conséquences de ces changements sur le rendement des cultures et sur les besoins en labour;

3) établir des niveaux acceptables d'affaissement des sols.

Dans son document de base sur la dégradation du sol, la Fédération canadienne de l'agriculture (FCA, 1982, n° 15) a appuyé l'objectif de la stratégie de recherches sur les ressources agricoles pour le Canada (Comité canadien des ressources du territoire, 1980, p. 9), à savoir (traduction libre):

> Évaluer l'étendue, la nature et la gravité de la dégradation des terres au Canada, mettre au point de nouvelles techniques de gestion du sol et améliorer la qualité et la productivité du sol (et de l'eau).

La Fédération canadienne de l'agriculture et d'autres organismes ont demandé que des recherches particulières soient entreprises afin de promouvoir l'agriculture de conservation:

1) Étudier la production de bovins afin de comparer les méthodes d'élevage en pâturage et d'élevage au grain par rapport à la conservation du sol et de l'énergie, à la capacité de production, à l'offre et à la demande, au revenu du producteur et à la demande du consommateur (FCA, 1980, n° 15, p. 47).

2) Favoriser le développement de nouvelles techniques, dont les suivantes:
   a) brise-vent, bandes tampons et labour minimal (Goettel, Hermans et Coote, 1981, n° 26, p. 157);
   b) gestion de la neige et autres techniques de conservation de l'eau (Clark et Furtan, 1981, n° 16);
   c) conception de machines et de techniques permettant de manipuler et de retenir les résidus de culture sur le sol, d'ensemencer et de fertiliser le sol, d'utiliser des pesticides ou d'en incorporer dans le sol (Johnson, 1977, n° 35).

3) Faire des recherches et évaluer les terres que l'on songe à cultiver. Les résultats de ces recherches peuvent servir à la planification régionale et, par exemple, éviter que l'on cultive une terre où l'érosion risque d'être très forte (Dyer, 1982, n° 22).

L'ARAP (1983, n° 17) préconise que l'on fasse des travaux de recherche fondamentale et de développement aux fins suivantes:

1) déceler la cause exacte des infiltrations salines;

2) déterminer les conséquences de l'affaissement des sols;

3) déterminer les concentrations optimales de matières organiques;

4) déterminer les moyens par lesquels on peut assurer une utilisation efficace des substances nutritives du sol;

5) répertorier les problèmes de dégradation du sol à l'échelle nationale, régionale et locale;

6) élaborer et perfectionner des technologies douces.

Le Comité sénatorial recommande dans son rapport de juin 1984 que l'on augmente les subventions accordées aux instituts de conservation des sols et de l'eau qui poursuivent des recherches en matière de conservation des sols, qu'il s'agisse d'instituts du gouvernement fédéral ou d'instituts régionaux établis dans les universités (Comité sénatorial permanent de l'Agriculture, des pêches et des forêts, 1984, n° 14). Il présente également diverses propositions en vue d'accroître encore davantage les services de vulgarisation et de diffusion des techniques

agricoles:

1) élargir le champ d'action de l'ARAP en Colombie-Britannique pour englober notamment la région de la Rivière de la Paix;

2) faire de toutes les terres fédérales des modèles en matière de conservation, en particulier dans le cas des stations de recherche;

3) donner une formation pratique plus poussée aux techniciens appelés à travailler sur le terrain et qui fréquentent les collèges d'agriculture et utiliser à cette fin les ressources de la Caisse d'accroissement des compétences professionnelles du gouvernement fédéral;

4) adopter d'autres lois autorisant la création de districts de conservation.

La Fédération canadienne de l'agriculture (1980, n° 15, p. 46) se propose également d'examiner les moyens qui permettraient de dispenser aux agriculteurs des conseils en matière de conservation, et retient comme formules possibles les exploitations agricoles modèles et les programmes d'information (ces deux moyens sont également préconisés par Goettel, Hermans et Coote, 1981, n° 26 et par Hoyt, Nyborg et Ukrainetz, 1981, n° 34) ainsi qu'un moyen classique, la persuasion morale. Selon Hoyt, Nyborg et Ukrainetz, cette approche est particulièrement pertinente dans le cas des sols acides qui nécessitent des tests sur place et la formulation de recommandations. Dyer (1982, n° 22) estime qu'il reste encore à convaincre les agriculteurs que le phénomène de la dégradation des terres peut avoir des répercussions graves sur leur situation financière et sur celle de leurs enfants. Il faut également leur donner des renseignements plus concrets, plus prosaïques, concernant les techniques de conservation. Dyer recommande également que l'on publie plus de documents sur les nouvelles techniques de conservation des sols. La Fédération canadienne de l'agriculture appuie cette proposition (1982, n° 17) et recommande qu'on établisse un code d'application des principes de gestion agricole axée sur la conservation. L'ARAP (1983, n° 58) préconise l'adoption de méthodes efficaces de diffusion des techniques agricoles:

1) dispenser des services techniques et des services de diagnostic afin d'établir des plans pour chaque agriculteur particulier comme le fait aux États-Unis le Soil Conservation Service (Service de conservation des sols);

2) dispenser des services auxiliaires de diagnostic et de laboratoire afin de fournir des renseignements détaillés et des renseignements à l'échelle régionale;

3) établir des fermes de démonstration.

On reconnaît généralement qu'il est important de sensibiliser le public à la nature et à l'ampleur du problème de la dégradation des terres (ARAP, 1983, n° 58). Il faudrait former des groupes qui s'intéressent à la conservation des sols, tenir des séances d'information publiques, mettre au point du matériel publicitaire et élaborer un programme global d'information du public. Coote (1983, n° 17) espère qu'en renseignant mieux le public sur la situation économique de l'agriculteur, on accordera plus d'attention à la bonne gestion du sol, au point de faire accepter au consommateur une augmentation du prix des aliments. A cette fin, le Comité sénatorial a recommandé récemment que l'on prenne les mesures suivantes (Comité sénatorial permanent de l'Agriculture, des pêches et des forêts,

Canada, 1984, n° 14) :

1) tenir une semaine nationale de conservation de sols;

2) élaborer un programme d'études sur la dégradation des terres à l'intention des élèves de l'élémentaire et du secondaire;

3) organiser la tenue d'une conférence nationale pour promouvoir la coordination et la coopération;

4) former un Conseil national de conservation du sol et de l'eau.

Les campagnes de sensibilisation et les programmes de vulgarisation sont des éléments clés, mais il faut également trouver des stimulants directs ou indirects qui inciteront à passer à l'action (par exemple, accorder des subventions pour faire des démonstrations sommaires de chaulage; Coote, 1983, n° 17). Les subventions permettent d'alléger le fardeau financier que doit supporter l'agriculteur pour en arriver à pratiquer une gestion du sol qui soit durable. Le comité sénatorial recommande également dans son rapport que l'on crée des stimulants économiques au moyen d'ententes fédérales-provinciales et que l'on accroisse les déductions pour amortissement à certaines fins, dont les suivantes:

1) matériel et travaux aratoires favorisant la conservation;

2) préservation des terres humides;

3) achat d'engrais et d'herbicides;

4) investissements dans la recherche en agriculture.

Hoyt, Nyborg et Ukrainetz (1981, n° 34) sollicitent l'aide du gouvernement pour faire baisser le prix de la chaux (qu'on utilise sur les sols acides), amendement qui n'est pas encore utilisé en grande quantité. Dyer (1982, n° 22) estime que les stimulants économiques sont insuffisants à l'heure actuelle pour inciter à la conservation des sols. Il propose qu'on ajoute aux conditions à remplir pour recevoir une aide en vertu d'autres programmes, une autre condition, soit la durabilité. Il faut mettre l'accent sur les projets qui entraînent l'utilisation de pratiques durables.

Coote (1983, n° 17) fait remarquer qu'un bon nombre de politiques gouvernementales peuvent influer sur les secteurs relatifs des céréales, des oléagineux et des cultures fourragères (par exemple, le programme de réduction des stocks de blé, les quotas s'appliquant aux céréales, l'assurance-récolte, etc.). Il propose la création d'un programme visant à encourager la rotation des cultures, particulièrement lorsque celle-ci inclut les cultures fourragères. Le retour à un système d'élevage de bétail moins spécialisé dans les exploitations agricoles mixtes (après modification des méthodes de commercialisation, de transport et de conditionnement) permettrait également d'épandre sur le sol plus de fumier de ferme. Clark et Furtan (1981, n° 16) préconisent la culture des légumineuses, que l'on pourrait encourager par l'octroi de subventions ou la garantie de débouchés commerciaux. Pour inciter les agriculteurs à adopter des mesures de conservation des sols, il serait également possible d'intervenir au moyen des politiques d'établissement des prix des produits agricoles (Biederbeck, Robertson et McKay, 1983, n° 6).

Anderson et al (1981, n° 2) proposent une gamme variée de mesures destinées à décourager les jachères d'été:

1) réduction du prix relatif des engrais

chimiques, du carburant, des herbicides et d'autres facteurs de production;

2) augmentation des prix des céréales et des cultures de remplacement, qui améliorent la qualité du sol (par exemple, les cultures fourragères) et augmentation des débouchés commerciaux;

3) augmentation de la valeur des terres agricoles;

4) réduction des risques par la stabilisation des prix, l'amélioration de l'assurance-récolte, etc.;

5) versement d'indemnités aux exploitations qui pratiquent la culture continue ou imposition de pénalités aux agriculteurs qui laissent des terres en jachère;

6) poursuite de recherches sur les technologies pouvant augmenter le rendement des cultures, mais non axées sur l'intensité capitalistique (par exemple, des variétés de blé ayant la propriété de fixer l'azote);

7) suppression des mesures favorisant la culture extensive (par exemple, le régime des quotas des céréales de la Commission canadienne du blé);

8) adoption de politiques d'impôt foncier variable (par exemple, application des méthodes d'évaluation en vigueur en Ontario);

9) octroi direct et indirect de subventions à la production des céréales et à l'achat du matériel nécessaire aux exploitations agricoles.

La Fédération canadienne de l'agriculture (1982, n° 15) demande au gouvernement d'appuyer sans réserve les programmes de remise en état des terres, là où les problèmes de dégradation sont tels que l'agriculteur n'y peut plus rien. Elle recommande également que le gouvernement fédéral élabore une politique visant à maintenir en permanence le potentiel de production du sol. Cette politique devrait faire l'objet d'une coordination avec tous les ministères gouvernementaux et tous les organismes para-gouvernementaux (y compris les organismes de conservation) et être appliquée uniformément par ces derniers. Cette coordination doit s'accompagner d'une politique agricole intégrée, englobant la production, la commercialisation et la régie des terres.

D'autre part, Furtan et Van Kooten (1984, n° 26) estiment qu'il ne suffit pas de démontrer que les décisions prises individuellement entraînent la dégradation des terres et "l'impuissance sociale" pour justifier l'intervention du gouvernement. Il faut aussi être en mesure de démontrer que cette intervention permettra à la société de réaliser ses aspirations en matière de conservation des sols (p. 192). McConnell (1983, n° 45) soutient que, d'après ses recherches et une étude effectuée aux États-Unis, la seule conséquence visible de l'érosion du sol dont il faut se préoccuper est la pollution de l'eau. Il n'appuierait pas une intervention du gouvernement qui viserait à remédier au problème de pertes des sols, à moins que cette intervention ne tienne également compte du problème de pollution de l'eau.

7.0 VERS UNE PRODUCTION AGRICOLE VIABLE DANS LA RÉGION DES PRAIRIES

Le comité sénatorial conclut, dans son rapport, que la dégradation des terres est un problème sérieux affectant toutes les régions du Canada (Canada/Comité sénatorial permanent de l'Agriculture, des pêches et des forêts, 1984, n° 14). Ce problème n'a pas reçu une attention immédiate parce que la population n'y a pas été sensibilisée. Il faut donc susciter un engagement à l'échelle nationale en organisant une réunion des premiers ministres pour discuter du problème et en élaborant une politique fédérale et provinciale de conservation des sols et de l'eau.

Dans son étude sur la conservation des sols dans les Prairies, l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP, 1983, n° 58) a fait ressortir des problèmes importants, dont les suivants: salinisation, érosion, perte de matières organiques, acidification et techniques déficientes de gestion de l'eau. Au cours des dernières décennies, la productivité agricole a continué de s'accroître grâce à l'amélioration des variétés cultivées, des herbicides, des engrais et des techniques d'ensemencement. Ainsi, la dégradation continue des terres causée par la monoculture, l'érosion, l'adaptation des insectes aux insecticides, la perte de matières organiques et d'autres facteurs (fig. 7.1 et 7.2) est passée inaperçue. En raison de ces facteurs de diminution de la productivité, il ne sera peut-être plus possible de maintenir les niveaux de production actuels dans le territoire agricole des Prairies et encore moins de les augmenter.

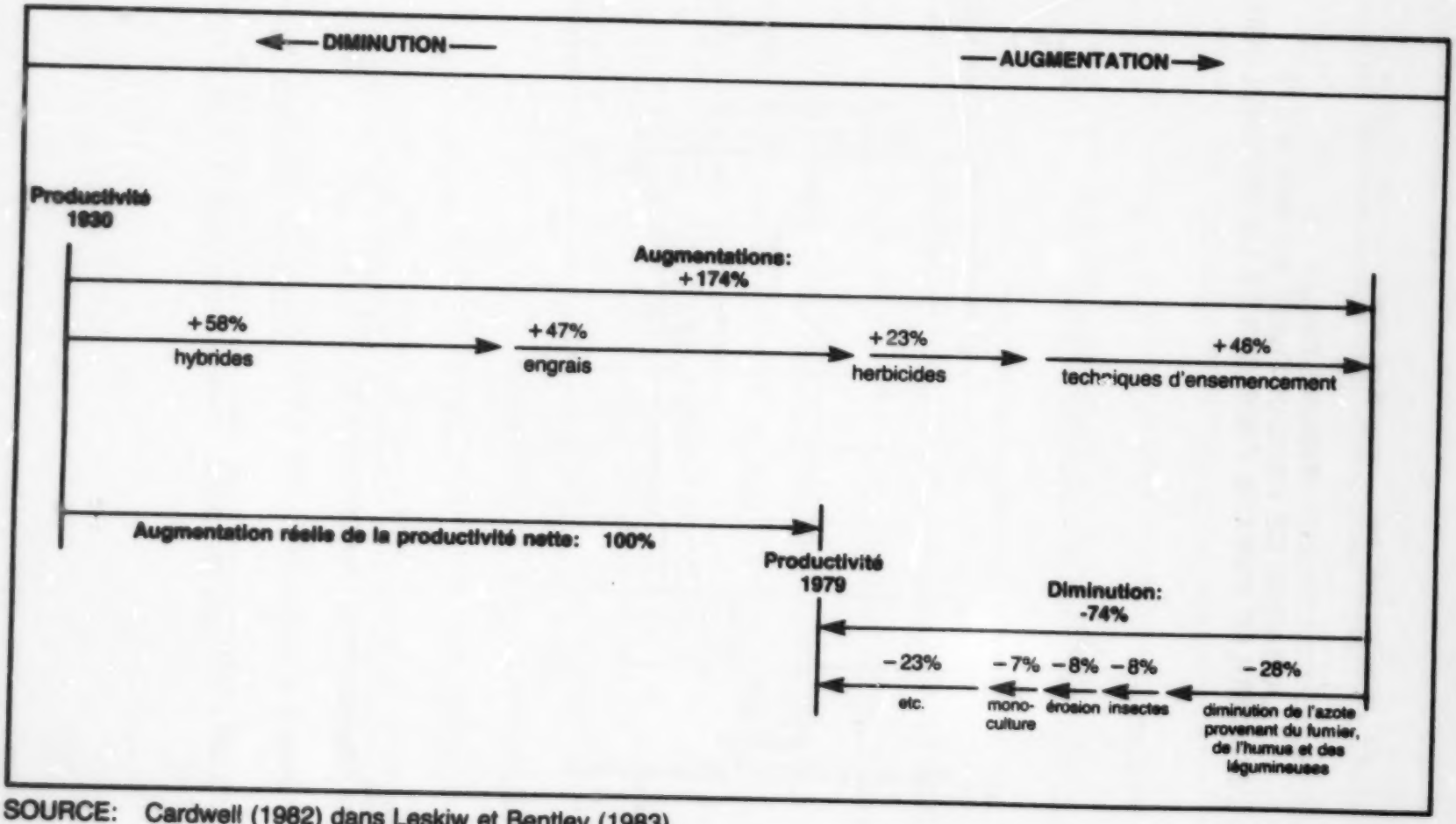
On a présenté aux chapitres 5 et 6 une vaste gamme de solutions particulières destinées aux exploitations agricoles (tableau 5.1) et d'interventions de la part du gouvernement. Certaines de ces solutions sont incompatibles les unes avec les autres. Il ressort donc clairement qu'il faut trouver des solutions globales, bien pensées et intégrées. Ces solutions exigeraient l'intervention des organisations agricoles locales et autres, des spécialistes en agriculture et des administrations locales, provinciales et fédérale. Il est essentiel d'établir des programmes d'information à l'intention du public, des agriculteurs et du personnel des services de vulgarisation. Il est indispensable d'intensifier la création de programmes de recherche sur la conservation de sol et de programmes de démonstration et de vulgarisation. Il faut revoir et corriger les programmes gouvernementaux actuels afin de venir à bout des difficultés et de mieux exploiter toute nouvelle possibilité. Il pourra aussi être nécessaire de créer des stimulants pour favoriser une meilleure gestion du sol. Voilà autant d'options dont disposent tout ceux qui souhaitent apporter des solutions au problème de la dégradation des terres.

Le Soil Conservation Society of America (Chapitre de l'Ontario au Canada/Comité sénatorial permanent de l'Agriculture, des pêches et des forêts, 1984, n° 14) pose cette question explicite (traduction libre):

> Devons-nous attendre un état de crise pour prendre des mesures en vue de protéger cette ressource rare et en voie de disparition qu'est notre sol?

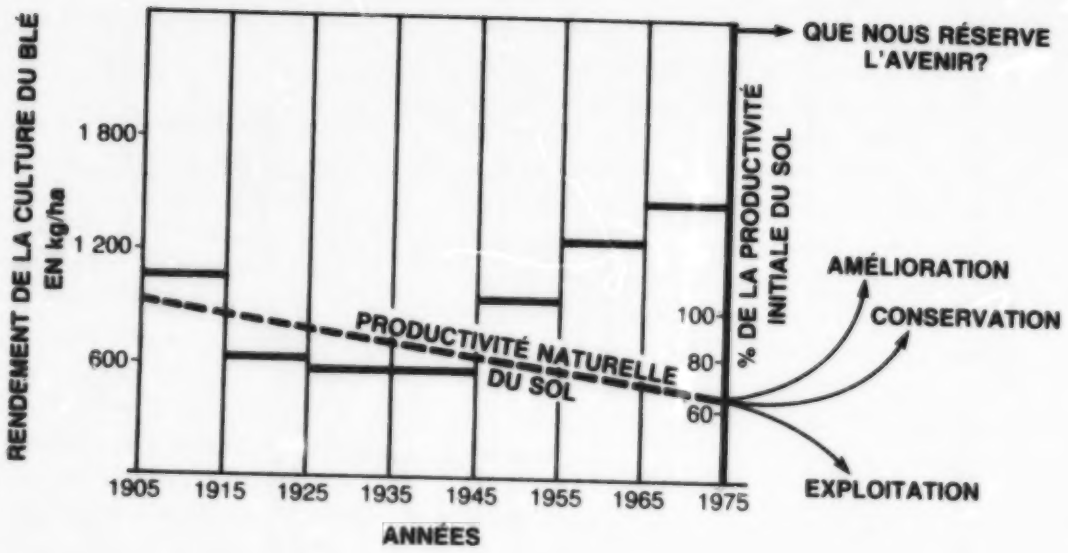
Le devons-nous vraiment?

FIGURE 7.1:
RÉPERCUSSIONS SUR LA PRODUCTIVITÉ (MAIS, MINNESOTA)



SOURCE: Cardwell (1982) dans Leskiw et Bentley (1983).

FIGURE 7.2:
LA BAISSE DE PRODUCTIVITÉ DU SOL A ÉTÉ DISSIMULÉE PAR LES PROGRÈS DE LA TECHNOLOGIE



SOURCE: Rennie et Ellis (1977, n° 61), p. 52.

8.0 PUBLICATIONS COMPLÉMENTAIRES

Administration du rétablissement agricole des Prairies. 1984. Prairie Soils: The Case for Conservation. Service de conservation du sol et de l'eau. Regina.

Agriculture Canada. 1981. Défi des années 80: Une stratégie agro-alimentaire pour le Canada. AGR-6-81-D.P. Ottawa.

Alden, E. et M. Vescera. 1984. "Thorns of Plenty." Harrowsmith, 58: 38-51.

Allison, F.E. 1973. Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production. Elsevier. New York.

Anderson, D.T. 1961. "Surface Trash Conservation with Tillage Machines." Revue canadienne de la science du sol, 41: 99-114

Anderson, M. et al. 1984. Agricultural Land Degradation in Western Canada: A Physical and Economic Overview. Direction générale du développement régional. Agriculture Canada. Ottawa.

Baker, J.L. et J.M. Laflen. 1983. "Water Quality Consequences of Conservation Tillage." Journal of Soil and Water Conservation, 38: 3, 186.

Barnes, S. 1938. Soil Moisture and Crop Production Under Dryland Conditions in Western Canada. Publication n° 595, Ministère de l'agriculture du Canada. Ottawa.

Barney, G.O., P.H. Freman, et C.A. Ulinski. 1981. Global 2000 -- Implications for Canada. Pergamon. Willowdale.

Beesley, K.B. et L.H. Russwurm. 1981. The Rural-Urban Fringe -- Canadian Perspectives. Monographie géographique n° 10, Atkinson College, York University. Toronto.

Bennett, Jennifer. 1982. "Reap the Wild Wind." Harrowsmith, 43: 60-71 et 106-107.

Biederbeck, V.O. et al. 1980. "Effect of Burning Cereal Straw on Soil Properties and Grain Yields in Saskatchewan." Soil Science Society of America Journal, 44: 103-111.

Black, A.L. et F.H. Siddoway. 1976. "Dryland Cropping Sequences Within a Tall Wheatgrass Barrier System." Journal of Soil and Water Conservation, 31: 101-105.

Brocke, Larry. 1985. Communication personnelle. Président, Development and Reclamation Review Committee. Ministère de l'environnement de l'Alberta. Edmonton.

Brown, P.A. 1982. "Pick the Right Alfalfa to Dry Saline Seeps." Crops and Soils Magazine, 34: 22.

_____ et J. Krall. 1981. Saline Seep Handbook. Bulletin 1209, Co-Op Extension, Montana State University. Boseman.

Brown, P.L. et E.C. Cleary. 1978. "Water Use and Rooting Depths of Crops for Saline-Seep Control." Dryland Saline-Seep Control. Délibérations de la réunion de la sous-commission sur les sols touchés par la salinisation. Onzième congrès de l'Association internationale de la science du sol. Edmonton. p. 7.1-7.7.

Bryant, C.R. et L.H. Russwurm. 1979. "The Impact of Non-Farm Development on Agriculture: A Synthesis." Plan Canada, 19: 2, 122-139.

Bryant, C.R., L.H. Russwurm, et A.G. McLellan. 1982. The City's Countryside: Land and its Management in the Rural Urban Fringe. Longman. London. 262 pages.

Cacek, Terry. 1984. "Organic Farming: The Other Conservation Farming System." Journal of Soil and Water Conservation, 39: 6, novembre-décembre, 357-360.

Cairns, R.R. et al. 1967. "Effects of Nitrogen Fertilization of Bromegrass on Solonetzic Soils." Revue canadienne de la science du sol, 47: 1-6.

Cairns, R.R. et J.D. Beaton. 1976. "Improving a Solonetzic Soil by Nitrogen-Sulphur Materials." Sulphur Institute Journal, automne - hiver, 10-12.

Cardwell, V.B. 1982. "Fifty Years of Minnesota Corn Production: Sources of Yield Increases." Agronomy Journal, 74: 984-990.

Carter, M.R. 1977. "Amelioration of a Brown Solodized Solonetz Soil by Surface Application of Gypsum Plus Ammonium Nitrate." Revue canadienne de la science du sol, 57: 139-145.

Collins, R. 1982. "We Must Stop Killing Our Soil." Reader's Digest, Août, 53-57.

Comité canadien des ressources du territoire. 1980. Stratégie relative à la recherche sur les ressources agricoles du territoire. Préparé pour le comité de coordination des services agricoles canadiens.

Comité consultatif de la fertilité du sol. ca. 1970. "Soil Pollution in Canada." Rapport inédit. Agriculture Canada. Ottawa. 8 pages.

Commission de la conservation des ressources énergétiques. 1980. Conservation in Alberta. Rapport 80-36. Calgary. 26 pages.

Conseil de l'environnement de l'Alberta. 1984. Maintaining and Expanding the Agricultural Land Base in Alberta: Summary Report and Recommendation. ECA 84-17/RRI. Edmonton.

Cosper, Harold R. 1983. "Soil Suitability for Conservation Tillage." Journal of Soil and Water Conservation, 38: 3, 152-155 (Voir le document n° 65 de la bibliographie).

Culley, J.B. et al. 1981. Effets de l'installation d'un oléoduc sur la productivité des terres cultivées en Ontario. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada. Ottawa.

Davies, D.B. et al. 1973. Relative Effects of Tractor Weight and Wheel Slip on Causing Soil Compaction." Journal of Soil Science, 24: 399-408.

de Jong, E. et D.A. Rennie. 1967. "Physical Soil Factors Influencing the Growth of Wheat." Canadian Centennial Wheat Symposium. Western Co-op Fertilizers Ltd.

Douglas, Gary. 1979. "Reclamation and the Saskatchewan Coal Industry." Proceedings, Canadian Land Reclamation Association. Regina. p. 34-38.

Dyck, F.B. 1982. "Swather Attachement for Snow Management." Weekly Letter, n° 27, Station de recherche de Swift Current, Agriculture Canada. Swift Current (Saskatchewan).

Fenester, C.R. et al. 1965. "Performance of Tillage Implements in a Stubble Mulch System III. Effects of Tillage Sequences on Residues, Soil Cloddiness, Weed Control, and Wheat Yield." Agronomy Journal, 57: 52-55.

Gouvernement du Canada, 1981. Politique fédérale sur l'utilisation des terres. Ministère des Approvisionnements et Services. Ottawa.

Halvorson, A.D. et J.D. Rhoades. 1976. "Field Mapping Soil Conductivity to Delineate Dryland Saline Seeps With Four-Electrode Technique." Journal of the Soil Science Society of America, 40: 571-575.

Hendry, M.J. et F. Schwartz. 1982. "Hydrogeology of Saline Seeps." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest, "Rationalization of Water and Soil Research and Management," 29 novembre-2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 215-231.

Henry, J.L., P.R. Bullock, T.J. Hogg, et L.D. Luba. 1985. "Artesian Pressure as a Soil Salinization Factor in Saskatchewan." Revue canadienne de la science du sol, sous presse.

Institut agricole du Canada. 1980. "Soil Erosion on Agricultural Land in Canada". Agrologist, 9: 23-28.

Johnson, W.E. 1961. "Wind and Water Erosion in Western Canada." Agricultural Institute Review, 16: 3, 12-15.

Kachanowski, R.G. et E. de Fong. 1985. "Evaluation of the Erosion Index for the Prairies." Revue canadienne de la science du sol, sous presse.

Kirkland, K.J. et H.M. Hustenson. 1978. Management Practices Contributing to Soil Erosion in Saskatchewan, 1975-77. Publication n° 385, Division de l'extension de l'enseignement, Université de la Saskatchewan. Saskatoon.

Kruser, Ben. 1984. "The Life and Hard Times of A Prairie Pothole." Harrowsmith, 13: 35-39.

Lawrence, T. 1980. "Grasses and Legumes for Saline Soils." Weekly Letter, n° 3, Station de recherche de Swift Current, Agriculture Canada. Swift Current (Saskatchewan).

Leskiw, L.A. et C.F. Bentley. 1983. An Overview of Current Trends and Thinking Regarding The Sustainability of the Productivity of Farmed Lands With Emphasis on Western Canada. Pour le Conseil consultatif canadien. Edmonton. 68 pages.

Marshall, I.B. 1982. Mines, utilisation des terres et environnement. Série de l'utilisation des terres au Canada n° 22. Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa. 286 pages.

Mathur, S.P. et al. 1979. "The Mitigating Effect of Residual Fertilizer Copper on the Decomposition of and Organic Soil in Situ." Soil Science Society of America Journal, 43: 1, 200-203.

McCracken, L.J. 1973. "The Extent of the Problem." Proceedings, Alberta Dryland Salinity Workshop. Lethbridge (Alberta). p. 3-15.

McCuaig, J.D. et E.W. Manning. 1982. Évolution de l'utilisation des terres agricoles au Canada: Processus et conséquences. Série de l'utilisation des terres au Canada n° 21. Direction générale des terres. Environnement Canada. Ottawa. 213 pages.

McGill, W.B. et al. 1974. "Methods of Accelerating Oil Decomposition in Soil." Proceedings. Atelier sur la remise en état des terres perturbées en Alberta, Centre de recherche sur les forêts nordiques. Rapport NOR-X-116. p. 118-138.

McKechnie, Ruth. 1985. Communication personnelle, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa.

McRae, James D. 1980. Les effets de l'établissement d'ex-citadins en milieu rural: une rétrospective de la littérature canadienne. Document de travail n° 3, Direction générale des terres, Environnement Canada. Ottawa. 35 pages.

Miller, M.R. et al. 1981. "Saline Seep Development and Control in the North American Great Plains: Hydrogeological Aspects." Agricultural Water Management, 4: 115-141.

Ministère de l'agriculture du gouvernement des États-Unis. 1980. Report and Recommendations on Organic Farming. Washington (D.C.) 94 pages.

Murray, D.R. et J.R. Hardy. 1984. Soil Degradation and Conservation Projects in Canada. Rapport n° 84-1, Direction générale du developpement regional, Agriculture Canada. Ottawa.

Nicholaichuk, W. et D.W.L. Read. 1980. "Snow Management By Swathing at Alternative Heights." Proceedings, 1980 Soil Fertility Workshop. Saskatoon. p. 55-58.

Nicholaichuk, W. et F.B. Dyck. 1983. "Soil Moisture Management." Proceedings, Fifth Manitoba-North Dakota Zero Tillage Workshop 20-21 Janv. Brandon (Manitoba).

Nowland, John F. 1985. Communication personnelle, Direction générale de la recherche. Agriculture Canada. Ottawa.

Pidgeon, E.R. 1984. How Specific Federal Policies May Impact on Prairie Soil and Moisture Conservation. Direction generale du developpement regional. Agriculture Canada. Ottawa.

Rennie, D.A. 1983. "Organic Matter--Fertility Loss in Saskatchewan." Proceedings, Saskatchewan Soils: A Fragile Resource. Atelier de pédologie, Fédération de l'agriculture de la Saskatchewan. Regina.

_____ et T.C. Day. 1957. Tracer Fertilizer Research Report. Département de la science du sol, Université de la Saskatchewan. Saskatoon.

Ridley, A.O. et R.A. Hedlin. 1968. "Soil Organic Matter and Crop Yields as Influenced by Frequency of Summerfallowing." Revue canadienne de la science du sol, 48: 315-322.

Rodale, Robert. 1984. "Alternative Agriculture." Journal of Soil and Water Conservation, 39: 5, 294-296.

Rodgers, Randy D. et James B. Wooley, 1983. "Conservation Impacts on Wildlife." Journal of Soil and Water Conservation. 38: 3, 212-213.

Rostad, H.P.W., J.J. Kiss et A.J. Anderson. 1983. Surface pH of Saskatchewan Soils. Feuille de renseignements, Publication M67, Unité de prospection pedologique de la Saskatchewan, Université de la Saskatchewan, Saskatoon.

Shields, J.A. 1983. Impacts possibles de la construction d'un pipeline sur les terres agricoles. Institut de recherches sur les terres. Agriculture Canada. Ottawa.

Simpson-Lewis, W. et R. McKechnie. 1981. Les terres et l'automobile: Bibliographie sélective. Document de travail n° 12, Direction générale des terres. Environnement Canada, Ottawa.

Simpson-Lewis, W., R. McKechnie et V. Neimanis. 1983. Les terres du Canada: Stress et impacts. Dossier n° 6, Direction générale des terres, Environnement Canada. Ottawa.

Snyder, J.R. et al. 1980. "Economics of Snow Management for Agriculture in the Great Plains." Journal of Soil and Water Management Conservation, 21-24.

Sommerfeldt, T.G. 1977. "The Lull Before the Storm." Dryland Salinity and Seepage in Alberta. Délibérations du comité de la salinité des terres arides de l'Alberta. Ministère de l'agriculture de l'Alberta.

_____ et D.C. MacKay. 1982. "Dryland Salinity in a Closed Drainage Basin at Nobleford (Alberta)." Journal of Hydrology, 5: 25-41.

Statistique Canada. 1982. Recensement du Canada de 1981: Agriculture: Canada. N° de catalogue 96-901. Ottawa.

Stewart, John. 1985a. Communication personnelle. Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon.

_____. 1985b. "The Situation in Saskatchewan." Version provisoire du chapitre 10 du rapport présenté au Conseil des sciences du Canada. "Soil Degradation in Canada." (Paraîtra dans le rapport national.)

Steppuhn, H.W. 1980. "Windrowing Snow to Increase Soil Water." Document n° 80-407, réunion annuelle de la Société canadienne d'économie agricole. Edmonton.

Toews, B. 1973. "Deep Ploughing Solonetzic Soils in Alberta." Proceedings, 17th Manitoba Soil Science Meeeting. 107-111.

Toogood, J.A. 1977. "Wind and Water Erosion Control Problems in Alberta." Proceedings, Soil Conservation Workshop. Ministère de l'agriculture de l'Alberta. Red Deer.

Unger, P.W. et T.M. McCalla. 1980. "Conservation Tillage Systems." Advances in Agronomy, 33: 1-58.

Vander Pluym, H.S.A. et al. 1981. "Degradation by Salinization." Proceedings, dix-huitième atelier annuel sur la science du sol, 9-40.

Webber, H.J. et G.A. Warne. 1979. "Sulphur Emmissions--Alberta Energy Industries." Exposé présenté à la réunion de l'Association pour l'assainissement de l'air. Edmonton.

Webber, M.D., N.W. Schmidke et D.B. Coehen. 1978. "Sewage Sludge Utilization on Land -- The Canadian Scene." Centre canadien des eaux intérieures. Environnement Canada. Exposé présenté à la Conférence sur l'utilisation des boues des eaux d'égoût sur les terres. Oxford (Royaume-Uni).

Witmuss, N.P., L. Olson, et D. Lane. 1975. "Energy Requirements for Conventional Versus Minimum Tillage." Journal of Soil and Water Conservation, 30: 2, 72-75.

Woodruff, N.P. et F.H. Siddoway. 1973. "Conservation Tillage." Proceedings. Conférence nationale parrainée par la Soil Conservation Society of America.

PARTIE II

9.0 LISTE DES PUBLICATIONS ÉCHANTILLONNÉES

Administration du rétablissement agricole des Prairies. 1983. (voir n° 58).

1. Anderson, D.W. et E.G. Gregorich. 1984. "Effect of Soil Erosion on Soil Quality and Productivity." Soil Erosion and Land Degradation, Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest. "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 105-113.

2. Marv Anderson and Associates Limited. 1981. Factors Affecting Summerfallow Acreage in Alberta. Conseil de l'environnement de l'Alberta, ECA81-17/1B1. Edmonton. 156 pages.

3. Batie, Sandra S. 1983. Soil Erosion: Crisis in America's Croplands? Conservation Foundation. Washington (DC). 128 pages.

4. Barlott, P.J. 1983. "An Overview of Soil Conservation Legislation in Western Canada." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Saskatchewan. Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 178-184.

5. Beaton, J.D. 1980. "The Role of NPKS." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 124 pages.

6. Biederbeck, V.O., J.A. Robertson et D.C. MacKay. 1981. "Influence of Management Practices on Degradation." Agricultural Land : Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel sur la science du sol, 24 et 25 février. Edmonton. p. 256-320.

7. Black, A.L., F.H. Siddoway et J.K. Aase. 1982. "Soil Moisture Use and Crop Management (Dryland)." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," du 29 novembre au 2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 215-231.

8. Cairns, R.R. et W.E. Bowser. 1977. Les sols solonetziques et leur gestion. Publication n° 1391, Agriculture Canada, 37 pages. Ottawa.

9. Cameron, D.R. et al. 1981. "Physical Aspects of Soil Degradation." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel sur la science du sol, 24 et 25 février. Edmonton. p. 186-255.

10. Campbell, C.A. 1983. "Positive Changes with Zero Till: Improvement in Soil Organic Matter and Related Properties." Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord, janvier. Brandon (Manitoba) p. 60-88.

11. _____ et V.O. Biederbeck. 1980. "Changes in the Quality of Soils of the Prairies as a Result of Agricultural Production." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. p. 1-108.

12. Campbell, C.A., J.B. Bole et W. Nicholaichuk. 1983. "Soil Conservation Research in the Brown and Dark Brown Soil Zones--Agronomic Significance of Cultivation Practices." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 266-284.

13. _____, E.A. Paul et W.B. McGill. 1976. "Effect of Cultivation and Cropping on the Amounts and Forms of Soil N." Proceedings of the Western Canada Nigrogen Symnposium. Edmonton. p. 7-101.

14. Canada/Comité sénatorial permanent de l'Agriculture, des pêches et des forêts. 1984. Nos sols dégradés : Le Canada compromet son avenir. Direction des comités et de la legislation privée. Le Sénat du Canada. Ottawa. 143 pages.

15. Fédération canadienne de l'agriculture. 1982. Soil Conservation Policy: A Backgrounder. Ottawa. 50 pages.

16. Clark, J. Stephen, et W. Hartley-Furtan. 1981. Economic and Soil Depletion Effects of Cropping Practices in Saskatchewan. Rapport présenté au Ministère de l'agriculture de la Saskatchewan. Département de l'économie agricole, Université de la Saskatchewan. Saskatoon. 47 pages.

17. Coote, D.R. 1983. "Dégradation des terres par suite d'une utilisation agricole intensive." Les terres du Canada: Stress et impacts. Dossier n° 6. Direction de la recherche et du développement en matières politiques. Direction générale des terres. Environnement Canada. Ottawa. p. 245-278.

18. _____. 1984. "The Extent of Soil Erosion in Western Canada." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 34-48.

19. _____, J. Dumanski et J.R. Ramsey. 1981. Une évaluation de la dégradation des terres agricoles au Canada. Institut de recherche sur les terres, article n° 118. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada. Ottawa. 105 pages.

20. Crosson, Pierre. 1981. Conservation Tillage and Conventional Tillage: A comparative Assessment. Soil Conservation Society of America. Ankeny (Iowa). 35 pages.

21. de Jong, E. et D.R. Cameron. 1980. "Efficiency of Water Use by Agriculture for Dryland Crop Production." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 36 pages.

22. Dyer, J.A. 1982. "Sustainability in the Canadian Agri-Food System." Économie agricole au Canada, 17: 3, 23-28.

23. Conseil de l'environnement de l'Alberta. 1982. Irrigation Agriculture in Alberta. Rapport des services fonctionnels, ECA 81-17/188. Edmonton. 74 pages.

24. Fairbairn, Garry Lawrence. 1984. Will the Bounty End? The Uncertain Future of Canada's Food Supply. Institut agricole du Canada/Western Producer Prairie Books. Saskatoon. 160 pages.

Fédération canadienne de l'agriculture. 1982 (voir n° 15).

25. Foss, J.E. 1983. "Benefits of Erosion Control." Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord, janvier. Brandon (Manitoba). p. 53-59.

26. Furtan, W.H. et G.C. Van Kooten. 1984. "Economics of Soil Conservation and Land Degradation." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 185-194.

27. Goettel, A.W. 1977. "A Perspective of Resource Development on Agricultural Land." Soil Conservation, Reclamation and Research. Délibérations de l'atelier albertain de la science du sol, février. Edmonton. p. 93-107.

28. _____, J.C. Hermans et D.R. Coote. 1981. "Degradation by Erosion." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel sur la science du sol, 24-25 février. Edmonton. p. 134-158.

29. Hedlin, R.A. 1980. "The Place of Summerfallow in Agriculture on the Canadian Prairies." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 25 pages.

30. _____. 1981. "Farming for Tomorrow." Document présenté à la réunion semestrielle du Conseil des grains du Canada, 27-28 octobre. Saskatoon. 11 pages.

31. Henry, J.L. et W.E. Johnson. 1977. The Nature and Management of Salt-Affected Soils in Saskatchewan. Ministère de l'agriculture de la Saskatchewan. Regina. 26 pages.

32. Hermans, J.C. et A.W. Goettel. 1980. "The Impact of Surface Mining on Agriculture in Alberta." Proceedings, Symposium, Adequate Reclamation of Mined Lands? 26-27 mars. Billings (Montana). p. 11-1 à 11-10.

33. Hermans, J.C. et C.J. Palmer. 1982. "Management of Solonetzic Soils." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," 29 novembre-2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 301-315.

34. Hoyt, P.B., M. Nyborg, et H. Ukrainetz. 1981. "Degradation by Acidification." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel albertain sur la science du sol. 24-25 février. Edmonton. p. 41-71.

35. Johnson, W.E. 1977. "Conservation Tillage in Western Canada." Journal of Soil and Water Conservation. 32: 1, janvier-février, 61-65.

36. _____ et A.M.F. Hennig. 1976. "Soil and Crop Management to Reduce N Losses." Proceedings, the Western Canada Nitrogen Symposium. Edmonton. p. 354-380.

37. Lee, Linda K. 1980. "The Impact of Landownership Factors on Soil Conservation." American Journal of Agricultural Economics, décembre, 1070-1076.

38. Lilley, John. 1982. Dryland Salinity in Alberta. Conseil de l'environnement de l'Alberta. ECA 82-17/IB-13. Edmonton. 39 pages.

39. Lindwall, C.W. 1977. "Crop Residue Management to Prevent Wind Erosion and Conserve Soil Moisture." Soil Conservation, Reclamation, and Research. Délibérations de l'atelier albertain sur la science du sol, février. Edmonton. p. 81-92

40. _____ et S. Dubetz. 1984. "Conservation Tillage." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest; "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 121-129.

41. Lok, S. Chris. 1983. "Soil Erosion and the Sustainability of Agricultural Production." Proceedings, Canadian Society of Agricultural Economics. Truro (Nouvelle-Écosse). p. 30-38.

42. MacKenzie, J.G. 1968. "Economics of Grain-Fallow Rotations and Fertilizer Use in the Prairie Provinces." Économie agricole au Canada, 3: 3, août, 15-27.

43. Manitoba-North Dakota Zero Till Farmers Association. 1983. Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord. Janvier. Brandon (Manitoba). 160 pages.

44. Massee, T.W. 1983. "Conservation Tillage Obstacles on Dryland." Journal of Soil and Water Contamination, juillet-août, 339-341.

13. _____, E.A. Paul et W.B. McGill. 1976. "Effect of Cultivation and Cropping on the Amounts and Forms of Soil N." Proceedings of the Western Canada Nitrogen Symnposium. Edmonton. p. 7-101.

14. Canada/Comité sénatorial permanent de l'Agriculture, des pêches et des forêts. 1984. Nos sols dégradés : Le Canada compromet son avenir. Direction des comités et de la législation privée. Le Sénat du Canada. Ottawa. 143 pages.

15. Fédération canadienne de l'agriculture. 1982. Soil Conservation Policy: A Backgrounder. Ottawa. 50 pages.

16. Clark, J. Stephen, et W. Hartley-Furtan. 1981. Economic and Soil Depletion Effects of Cropping Practices in Saskatchewan. Rapport présenté au Ministère de l'agriculture de la Saskatchewan. Département de l'économie agricole, Université de la Saskatchewan. Saskatoon. 47 pages.

17. Coote, D.R. 1983. "Dégradation des terres par suite d'une utilisation agricole intensive." Les terres du Canada: Stress et impacts. Dossier n° 6. Direction de la recherche et du développement en matières politiques. Direction générale des terres. Environnement Canada. Ottawa. p. 245-278.

18. _____. 1984. "The Extent of Soil Erosion in Western Canada." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 34-48.

19. _____, J. Dumanski et J.R. Ramsey. 1981. Une évaluation de la dégradation des terres agricoles au Canada. Institut de recherche sur les terres, article n° 118. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada. Ottawa. 105 pages.

20. Crosson, Pierre. 1981. Conservation Tillage and Conventional Tillage: A comparative Assessment. Soil Conservation Society of America. Ankeny (Iowa). 35 pages.

21. de Jong, E. et D.R. Cameron. 1980. "Efficiency of Water Use by Agriculture for Dryland Crop Production." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 36 pages.

22. Dyer, J.A. 1982. "Sustainability in the Canadian Agri-Food System." Économie agricole au Canada, 17: 3, 23-28.

23. Conseil de l'environnement de l'Alberta. 1982. Irrigation Agriculture in Alberta. Rapport des services fonctionnels, ECA 81-17/188. Edmonton. 74 pages.

24. Fairbairn, Garry Lawrence. 1984. Will the Bounty End? The Uncertain Future of Canada's Food Supply. Institut agricole du Canada/Western Producer Prairie Books. Saskatoon. 160 pages.

Fédération canadienne de l'agriculture. 1982 (voir n° 15).

25. Foss, J.E. 1983. "Benefits of Erosion Control." Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord, janvier. Brandon (Manitoba). p. 53-59.

26. Furtan, W.H. et G.C. Van Kooten. 1984. "Economics of Soil Conservation and Land Degradation." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 185-194.

27. Goettel, A.W. 1977. "A Perspective of Resource Development on Agricultural Land." Soil Conservation, Reclamation and Research. Délibérations de l'atelier albertain de la science du sol, février. Edmonton. p. 93-107.

28. _____, J.C. Hermans et D.R. Coote. 1981. "Degradation by Erosion." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel sur la science du sol, 24-25 février. Edmonton. p. 134-158.

29. Hedlin, R.A. 1980. "The Place of Summerfallow in Agriculture on the Canadian Prairies." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 25 pages.

30. _____. 1981. "Farming for Tomorrow." Document présenté à la réunion semestrielle du Conseil des grains du Canada, 27-28 octobre. Saskatoon. 11 pages.

31. Henry, J.L. et W.E. Johnson. 1977. The Nature and Management of Salt-Affected Soils in Saskatchewan. Ministère de l'agriculture de la Saskatchewan. Regina. 26 pages.

32. Hermans, J.C. et A.W. Goettel. 1980. "The Impact of Surface Mining on Agriculture in Alberta." Proceedings, Symposium, Adequate Reclamation of Mined Lands? 26-27 mars. Billings (Montana). p. 11-1 à 11-10.

33. Hermans, J.C. et C.J. Palmer. 1982. "Management of Solonetzic Soils." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," 29 novembre-2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 301-315.

34. Hoyt, P.B., M. Nyborg, et H. Ukrainetz. 1981. "Degradation by Acidification." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel albertain sur la science du sol. 24-25 février. Edmonton. p. 41-71.

35. Johnson, W.E. 1977. "Conservation Tillage in Western Canada." Journal of Soil and Water Conservation. 32: 1, janvier-février, 61-65.

36. _____ et A.M.F. Hennig. 1976. "Soil and Crop Management to Reduce N Losses." Proceedings, the Western Canada Nitrogen Symposium. Edmonton. p. 354-380.

37. Lee, Linda K. 1980. "The Impact of Landownership Factors on Soil Conservation." American Journal of Agricultural Economics, décembre, 1070-1076.

38. Lilley, John. 1982. Dryland Salinity in Alberta. Conseil de l'environnement de l'Alberta. ECA 82-17/1B-13. Edmonton. 39 pages.

39. Lindwall, C.W. 1977. "Crop Residue Management to Prevent Wind Erosion and Conserve Soil Moisture." Soil Conservation, Reclamation, and Research. Délibérations de l'atelier albertain sur la science du sol, février. Edmonton. p. 81-92

40. _____ et S. Dubetz. 1984. "Conservation Tillage." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest; "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 121-129.

41. Lok, S. Chris. 1983. "Soil Erosion and the Sustainability of Agricultural Production." Proceedings, Canadian Society of Agricultural Economics. Truro (Nouvelle-Écosse). p. 30-38.

42. MacKenzie, J.G. 1968. "Economics of Grain-Fallow Rotations and Fertilizer Use in the Prairie Provinces." Économie agricole au Canada, 3: 3, août, 15-27.

43. Manitoba-North Dakota Zero Till Farmers Association. 1983. Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord. Janvier. Brandon (Manitoba). 160 pages.

44. Massee, T.W. 1983. "Conservation Tillage Obstacles on Dryland." Journal of Soil and Water Contamination, juillet-août, 339-341.

45. McConnell, Kenneth E. 1983. "An Economic Model of Soil Conservation." American Journal of Agricultural Economics, février, 83-89.

46. McGill, W.B. 1982. Soil Fertility and Land Productivity in Alberta. Conseil de l'environnement de l'Alberta, ECA 82-17/1B16. Edmonton. 123 pages.

47. _____. 1984. "Soil Conservation Requires Agricultural Systems Research." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest. "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 241-248.

48. _____, C.A. Campbell, J.F. Dormaar, E.A. Paul et D.W. Anderson. 1981. "Soil Organic Matter Losses." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel de la science du sol, 24-25 février. Edmonton. p. 72-133.

49. _____ et P.B. Hoyt. 1977. "Effect of Forages and Rotation Management on Soil Organic Matter." Soil Conservation, Reclamation, and Research. Délibérations de l'atelier albertain de la science du sol, février. Edmonton. p. 33-80.

50. Michalski, L.A. 1977. "Organic Soils in Eastern Manitoba." Proceedings, Manitoba Soil Science Meeting, 7-8 déc. Winnipeg. p. 121-126.

51. Nicholaichuk, W. 1980. "Snow Management to Provide Additional Water for Agriculture." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 38 pages.

52. _____. 1982. "Snow Management for Salinity Control?" Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," 29 décembre-2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 233-257.

53. _____. 1983. "Current Conservation Technology in Saskatchewan." Proceedings, Saskatchewan Soils -- A Fragile Resource. 7-8 avril. Régina. 12 pages.

54. _____ et F.B. Dyck. 1983. "Soil Moisture Management." Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord, janvier. Brandon (Manitoba). p. 89-104.

55. Pelton, W.L. 1980. "Tillage for Cereal Crop Production." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 28 pages.

56. Penney, D.C. et al. 1977. "An Assessment of the Soil Acidity Problem in Alberta and Northwestern British Columbia." Revue canadienne de la science du sol, 57: 157-164.

57. Pohjakas, K. 1982. "Salt Movement and Salinity in Dryland and Irrigated Soils." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," 29 novembre-2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 41-53.

58. Administration du rétablissement agricole des Prairies. 1983. Land Degradation and Soil Conservation Issues on the Canadian Prairies. Direction de la conservation du sol et de l'eau, Agriculture Canada. 326 pages.

59. Rennie, D.A. 1982. "The Deteriorating Soils of the Canadian Prairie." Span, 25: 3, 99-101.

60. _____, 1983. "Prairie Farming Systems Will Change Dramatically." Document présenté lors de la conférence sur la vie dans les Prairies canadiennes en l'an 2003. 13-15 octobre. Regina.

61. _____ et J.G. Ellis. 1977. The Shape of Saskatchewan. Publication M41. Institut de pédologie de la Saskatchewan, Université de la Saskatchewan. Saskatoon.

62. _____, G.J. Racz et D.K. McBeath. 1976. "Nitrogen Looses." Proceedings, the Western Canada Nitrogen Symposium. Edmonton. p. 326-353.

63. Rennie, D.A. et D.B. Wilkinson. 1984. "Water Nitrogen Deficiency and Innovative Farming Practices." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 345-356.

64. Slinkard, A.E. 1984. "The Role of Forages and Legumes in Conservation - Tillage Systems." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 337-344.

65. Soil Conservation Society of America. 1983. "Conservation Tillage: A Special Issue." Journal of Soil and Water Conservation. 38: 3 mai-juin, 320 pages.

66. Vander Pluym, H. 1982. "Salinity in Western Canada." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," 29 novembre-2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 9-23.

67. _____, B. Paterson et H.M. Holm. 1981. "Degradation by Salinization." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel albertain sur la science du sol. 24-25 février, Edmonton. p. 9-40.

68. Webb, Calvin. 1982. The Impacts of Linear Developments, Resource Extraction, and Industry on the Agricultural Land Base. ECA 82-17/IB25, Conseil de l'environnement de l'Alberta. Edmonton. 87 pages.

69. Zentner, R.P. 1984. "Economics of Soil Conservation in Western Canada." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 195-219.

70. _____, C.A. Campbell, D.W.L. Read et C.H. Anderson. 1984. "An Economic Evaluation of Crop Rotations in Southwestern Saskatchewan." Canadian Journal of Agricultural Economics, 32: 1, mars, 37-54.

71. _____ et C.W. Lindwall. 1978. "An Economic Assessment of Zero Tillage in Wheat-Fallow Rotations in Southern Alberta." Économie agricole au Canada, 13: 6, 1-6.

10.0 BIBLIOGRAPHIE ANNOTÉE

1. Anderson, D.W. et E.G. Gregorich. 1984. Effect of Soil Erosion on Soil Quality and Productivity." Soil Erosion and Land Degradation. Deliberations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 105-113.

Les auteurs de cet ouvrage tentent de définir ce qu'est la qualité du sol et expliquent comment l'érosion détériore cette qualité et entraîne une diminution de la productivité. Ils présentent un historique du problème de l'érosion dans la région des Prairies, et donnent un aperçu des techniques de gestion, comme les jachères d'été, et des mesures de lutte contre l'érosion. Selon eux, ces mesures peuvent bien ne pas être rentables à court terme comparativement aux techniques de manipulation comme le travail profond du sol destiné à favoriser l'infiltration de l'eau. Toutefois, on estime qu'elles peuvent être très profitables à long terme, car elles contribuent à améliorer la qualité du sol.

Les répercussions de l'érosion sur la productivité du sol se font sentir de quatre façons:

1) perte de la capacité d'emmagasinage de l'eau assimilable par les plantes;

2) perte des substances nutritives nécessaires aux plantes;

3) dégradation de la structure du sol;

4) plus grande variabilité des types de sol dans un même champ.

Parmi les principales difficultés auxquelles on se heurte lorsqu'on étudie l'incidence de l'érosion sur la productivité, on cite l'effet compensatoire des nouvelles techniques agricoles et le remplacement des substances nutritives par des engrais chimiques. De plus, les conséquences relatives de l'érosion sur la productivité du sol dépendent en grande partie de la nature du profil de sol. Les auteurs croient qu'il pourrait être utile de créer un modèle de simulation pour étudier les répercussions réelles de l'érosion sur la productivité du sol dans l'Ouest canadien.

2. Marv Anderson and Associates Limited. 1981. Factors Affecting Summerfallow Acreage in Alberta. Conseil de l'environnement de l'Alberta. ECA81-17/181. Edmonton. 156 pages.

Cette étude établit les avantages et les coûts de la mise en jachère d'été et décrit dans quelle mesure ces facteurs influent sur la décision d'adopter cette méthode. Il y a de nombreuses raisons pour lesquelles l'agriculteur d'une région donnée pratique la mise en jachère d'été. Les avantages économiques se font sentir à brève échéance et l'agriculteur en bénéficie directement. Les coûts, pour la plupart, sont amortis sur une longue période, et c'est la société qui en bénéficie. Comme la décision de pratiquer la mise en jachère d'été revient à chaque agriculteur, cette pratique risque de prendre des proportions qui dépassent largement les attentes de la société.

Selon les résultats de ces analyses, les agriculteurs sont prêts à réduire considérablement la superficie des terres qu'ils laissent en jachère d'été et à pratiquer la rotation des cultures, à la condition d'être encouragés en ce sens. Il serait possible de créer un certain nombre de programmes qui favoriseraient nettement la diminution des jachères d'été en Alberta:

1) accorder des subventions directes ou indirectes aux agriculteurs, pour la production de céréales et l'acquisition des ressources nécessaires à l'exploitation (à l'exclusion des terres);

2) utiliser aux fins de l'impôt foncier des méthodes d'évaluation qui inciteraient les exploitants à délaisser la pratique de la jachère d'été;

3) accorder des subventions directes aux agriculteurs pour qu'ils adoptent des méthodes de culture continue.

Avec des programmes de ce genre, il deviendrait probablement inutile de recourir à des lois pour obliger les agriculteurs à réduire les jachères d'été.

3. Batie, Sandra S. 1983. Soil Erosion: Crisis in America's Croplands? The Conservation Foundation. Washington (DC). 128 pages.

L'auteur examine la nature, l'étendue et les conséquences de l'érosion éolienne et hydrique aux États-Unis, étudie les techniques dont on dispose pour réduire l'érosion et détermine les facteurs qui influent sur la décision de l'agriculteur d'adopter des méthodes de conservation. Son analyse porte également sur l'efficacité des programmes de conservation du sol en vigueur aux États-Unis et sur les diverses stratégies incitant à la conservation du sol. On reconnaît dans de nombreux exemples se rapportant aux plaines des états du Nord des situations que l'on peut observer dans les Prairies canadiennes.

Il est difficile d'évaluer quantitativement la gravité du problème de l'érosion. Toutefois, les pertes de sols et la diminution du rendement des cultures sont des répercussions concrètes qui indiquent bien que ce problème exige une intervention immédiate. Il existe de nombreuses méthodes de gestion permettant de limiter l'érosion, mais les agriculteurs ne veulent pas y recourir, soit parce qu'ils ne reconnaissent pas que l'érosion du sol menace leurs terres, soit parce qu'ils préfèrent ne pas utiliser certaines méthodes de conservation. Cette réticence est due souvent à une question d'argent: l'agriculteur doublé de l'homme d'affaires qui doit demeurer compétitif pour rester sur le marché n'est pas intéressé à investir dans des pratiques de conservation qui ne seront pas rentables. Même l'agriculteur dont la conscience écologique est des plus éveillées peut ne pas avoir les moyens de pratiquer une agriculture de conservation. Parmi les autres facteurs qui influent sur l'adoption des pratiques de conservation des sols, on cite l'affermage, les politiques fiscales et les politiques régissant les prêts.

On a reproché aux programmes de conservation des sols aux États-Unis de ne pas atteindre leurs objectifs. Il existe d'autres programmes comme les programmes de soutien des prix qui incitent les agriculteurs à continuer d'appliquer les méthodes traditionnelles, ce qui aggrave le problème de l'érosion. Il existe des stratégies de conservation rentables parmi lesquelles le gouvernement n'aurait qu'à faire son choix: fixer des objectifs en matière de conservation, soustraire à la culture les terres les plus vulnérables à l'érosion, encourager les agriculteurs à utiliser les méthodes de conservation les moins coûteuses (comme la réduction du travail du sol, la conservation des débris végétaux et le labour suivant les courbes de niveau) et appliquer certaines stratégies d'obligations mutuelles. Comme tout programme de conservation a pour but ultime de toucher l'agriculteur, il est indispensable de bien comprendre les divers facteurs qui influent sur la décision d'adopter des pratiques de conservation afin que l'on puisse élaborer à l'intention du grand public un programme de conservation efficace.

4. Barlott, P.J. 1983. "An Overview of Soil Conservation Legislation in Western Canada." Soil Erosion and Land Degradation. Deliberations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 178-184.

L'auteur donne un aperçu des lois provinciales actuelles qui portent directement sur la conservation des sols et, en particulier, sur la limitation et la prévention de l'érosion du sol et de la dégradation des terres. Bien qu'il s'attarde particulièrement aux lois provinciales, il décrit brièvement les lois fédérales comme la Loi sur l'aménagement rural et le développement agricole et la Loi sur le rétablissement agricole des Prairies. Il résume les lois en vigueur dans les quatre provinces de l'Ouest et commente les dispositions clés de ces lois. Ce sont les lois de l'Alberta (Soil Conservation Act et Agricultural Service Board Act) qui semblent aborder le plus globalement le problème de l'érosion du sol et de la dégradation des terres.

Barlott fait ressortir certaines des grandes questions et préoccupations en matière de conservation des sols, dont les suivantes:

1) le rôle des lois pour freiner la dégradation des teres;

2) les responsabilités de l'agriculteur, de la société et de la nation;

3) les raisons de l'inefficacité des lois existantes;

4) la nécessité d'une intervention de la part de tous les paliers de gouvernement afin d'aider les propriétaires fonciers à résoudre les problèmes de la dégradation des terres.

Barlott recommande que l'on réagisse à la préoccupation croissante de la population et à son souci de conserver les terres en créant des programmes de recherche, de vulgarisation et d'information et des programmes de stimulants économiques parallèlement aux lois, et non en adoptant uniquement des lois et des règlements.

5. Beaton, J.D. 1980. "The Role of NPKS." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 124 pages.

L'auteur examine le rôle que l'on attribue aux éléments majeurs que sont l'azote, le phosphore, le potassium et le soufre (N,P,K,S) pour atteindre les objectifs de production de la Commission canadienne du blé pour les années 1990. Il explique comment ces éléments nutritifs favorisent la production, comment ils aident les cultures à supporter diverses contraintes et comment ils favorisent une assimilation efficace de l'eau. Il étudie la question de l'insuffisance de la teneur en N,P,K,S du sol des Prairies et de l'utilisation des engrais chimiques. Selon l'auteur, on peut mieux apprécier les apports nombreux et remarquables de l'industrie des engrais chimiques de l'Ouest canadien lorsqu'on examine les efforts déployés pour en améliorer l'efficacité.

Les cultures pratiquées dans les rudes conditions climatiques de l'Ouest canadien subissent pendant au moins une partie de la saison des contraintes fréquentes dues à la température et au manque d'humidité du sol. Il s'ensuit souvent de graves problèmes d'érosion éolienne, de salinisation et d'apparition de maladies et de mauvaises herbes. On croit qu'un apport important de NPKS aide les cultures à supporter ce genre de contraintes. En outre, l'utilisation appropriée d'engrais à base de NPKS permet d'obtenir des rendements élevés, ce qui abaisse les coûts de production par tonne et accroît les profits pour chaque tonne cultivée. Il en résulte donc une maximisation des gains provenant de la superficie ensemencée ou, pendant les périodes où les prix sont à la baisse, une minimisation des pertes. L'auteur conclut qu'il faudra accroître de beaucoup l'utilisation des engrais à base de NPKS pour atteindre et maintenir les objectifs de production agricole fixés pour les années 90. Il faut donc accroître considérablement la capacité de production de ces engrais.

6. Biederbeck, V.O., J.A. Robertson et D.C. Mackay. 1981. "Influence of Management Practices on Degradation." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel sur la science du sol, 24 et 25 février. Edmonton. p. 256-320.

Il s'agit d'une étude approfondie de l'incidence des pratiques culturales, des méthodes de travail du sol et d'irrigation sur la dégradation du sol dans les Prairies canadiennes, qui fait ressortir la nécessité de définir des pratiques de gestion qui empêcheront une aggravation du problème. Les méthodes utilisées en aridoculture comme la rotation des cultures, la mise en jachère d'été, la gestion de la neige (autre moyen de conserver l'eau) et l'utilisation des débris de culture sont autant de questions dont traite cette étude. Les auteurs examinent les effets que peuvent avoir ces méthodes sur la capacité du sol d'assimiler l'eau, sur la dynamique des éléments nutritifs et des matières organiques, sur la structure et sur d'autres caractéristiques physiques du sol. En outre, ils étudient les perspectives qu'offrent la recherche et les essais sur les nouvelles pratiques de gestion du sol, de l'eau et des cultures, même si ces travaux sont encore limités. Il peut s'agir là de la base d'une agriculture "nouvelle vague" dans l'Ouest canadien.

La pratique de la mise en jachère d'été a augmenté la sensibilité du sol à l'érosion et a vraisemblablement entraîné une augmentation sensible de la salinité du sol. La mauvaise gestion des programmes d'irrigation a également donné lieu à un accroissement considérable de la superficie des sols salins. La conservation des débris de culture et la réduction de la fréquence du travail du sol semblent des solutions prometteuses pour stopper la dégradation des terres. L'application des techniques de gestion de la neige contribuera peut-être à réduire considérablement la superficie des terres actuellement en jachère. Lorsqu'il est nécessaire de procéder à la mise en jachère, comme c'est souvent le cas dans les régions arides, il faudrait pratiquer la culture en bandes parallèles pour protéger le sol contre l'érosion éolienne.
L'augmentation de la culture de plantes fourragères, dont les légumineuses, peut contribuer à maintenir la structure et la fertilité du sol et il y a tout lieu de croire que la culture des légumineuses deviendra plus économique en raison des coûts croissants des engrais azotés. Les politiques gouvernementales d'utilisation des terres et d'établissement des prix agricoles doivent encourager les agriculteurs à adopter ou à continuer d'utiliser de bonnes techniques de gestion du sol.

7. Black, A.L., F.H. Siddoway et J.K. Aase. 1982. "Soil Moisture Use and Crop Management (Dryland)." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," du 29 novembre au 2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 215-231.

Dans cette étude, on définit et on examine les stratégies de gestion du sol, de l'eau et des cultures qui permettent d'accroître la capacité d'assimilation de l'eau et ainsi stopper la progression constante des infiltrations salines. Ces stratégies s'appuient sur les facteurs suivants: 1) conservation et stockage de l'eau, 2) détermination des besoins précis en eau et des profondeurs d'enracinement des espèces cultivées, 3) utilisation des débris de culture, 4) lutte contre les maladies et les mauvaises herbes, 5) fertilisation appropriée. Les observations faites dans les grandes plaines du Nord des États-Unis offrent des points de comparaison valables avec la situation qui règne dans les régions arides des Prairies canadiennes, étant donné la similarité des conditions climatiques et des caractéristiques du sol de ces deux grandes régions.

Il est indispensable de recourir à des méthodes propres à accroître la capacité d'emmagasinage de l'eau dans le sol pendant les périodes où les terres ne sont pas cultivées afin d'accroître la capacité d'assimilation de l'eau. En outre, les auteurs estiment qu'on ne peut pas s'attendre à une amélioration importante de l'utilisation des eaux de pluie dans les sols arides sans une réévaluation sérieuse de la nécessité d'intégrer aux méthodes culturales actuelles ou éventuelles la pratique de la mise en jachère d'été: le recours à cette pratique doit se faire judicieusement. Pour choisir de nouvelles stratégies de culture, il faut connaître la quantité d'eau assimilable par les plantes au moment de l'ensemencement et les prévisions relatives aux précipitations dans la région.

Voici les principales conclusions de cette évaluation des stratégies de gestion:

1) pour accroître la conservation de l'eau pendant les périodes où les terres ne sont pas cultivées, il est essentiel de prendre les mesures nécessaires pour éliminer la croissance spontanée des céréales et la prolifération des mauvaises herbes à l'automne et de pratiquer la gestion de la neige, ce qui suppose une utilisation appropriée des résidus de culture et autres débris végétaux pour former une barrière protectrice au cours de l'hiver;

2) laisser en place les chaumes ou ériger une barrière formée d'agropyre allongé, ou encore appliquer les deux méthodes, pour retenir la neige afin d'accroître les réserves d'eau assimilable par le sol;

3) optimiser l'assimilation des réserves d'eau et des eaux de pluie pendant la saison de croissance en choisissant soigneusement les cultivars, en établissant un peuplement suffisant, en adoptant un bon programme de lutte contre les mauvaises herbes, en pratiquant une fertilisation optimale et en exécutant les travaux agricoles au moment opportun.

8. Cairns, R.R. et W.E. Bowser, 1977. Les sols solonetziques et leur gestion. Publication n° 1391, Agriculture Canada. Ottawa.

Cet exposé donne un aperçu de l'importance des sols solonetziques dans l'Ouest canadien en insistant sur les caractéristiques de ces sols qui ne favorisent pas la productivité et sur les problèmes qu'ils posent à l'agriculteur. Les auteurs commentent les effets bénéfiques que peuvent avoir sur la productivité de ces sols le drainage, le labour, la gestion des semis, différents types de cultures et certaines méthodes culturales. L'étude porte également sur l'utilisation des engrais, de la chaux et du gypse ainsi que sur les inconvénients de l'irrigation. Les auteurs passent en revue les pratiques jugées utiles pour stimuler la productivité des sols solonetziques: il faut accorder une attention particulière au drainage en surface, à la préparation du lit de semence, à la méthode d'ensemencement, à l'utilisation de plantes fourragères et à la fertilisation. D'après eux, une bonne gestion favorise la productivité des sols solonetziques.

Les sols solonetziques improductifs au point de ne pas réagir favorablement à une bonne gestion peuvent être travaillés en profondeur, soit à au moins 45 centimètres. Le labour profond accroît le pH dans le sol à cause de l'apport dans l'horizon A de carbonate de calcium en provenance de l'horizon C, et favorise l'assimilation de l'eau. Dans le cas des sols étudiés, ceux dont l'horizon B était le moins productif (ou offrait le plus de résistance à la pénétration des racines), ont le mieux réagi au labour profond.

9. Cameron, D.R., C. Shaykewich, E. de Jong, D. Chanasyk, M. Green et D.W.L. Read. 1981. "Physical Aspects of Soil Degradation." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel sur la science du sol, 24 et 25 février. Edmonton. p. 186-255.

Les auteurs présentent une étude des conséquences des pratiques de gestion du sol à court et à long terme sur les caractéristiques physiques des sols des Prairies dont dépend la productivité de ces sols. Ils s'attardent aux conséquences à long terme des pratiques culturales sur l'agrégation et la structure du sol, sur la densité apparente du sol, la porosité, le tassement et l'infiltration et le stockage de l'eau dans le sol. Ils commentent brièvement les conséquences des pertes en matières organiques sur l'état d'ameublissement du sol.

Des pratiques culturales répétées ont entraîné une diminution de la fertilité du sol, l'affaissement du sol dû à l'érosion, une diminution du rendement des cultures et des difficultés croissantes en rapport avec la culture du sol. Les risques d'érosion éolienne et hydrique se sont accrus en raison du labour du sol, particulièrement du labour des jachères d'été. Les pertes de matières organiques constituent un problème grave, car il en découle toute une série de conséquences néfastes: les sols sont plus sujets à l'érosion hydrique et éolienne et au tassement, ils retiennent une moins grande quantité d'eau, les racines des plantes ont une croissance limitée, l'aération du sol est moins bonne et enfin les pertes de matières organiques signifient aussi des pertes

d'éléments nutritifs. Les techniques de non-labour et la culture par paillis, qui consistent à laisser les débris végétaux à la surface du sol, contribuent à protéger le sol contre l'érosion et à maintenir la stabilité de ses agrégats. De plus, les sols non labourés tendent à avoir une meilleure capacité d'emmagasinage de l'eau après une période de sécheresse; toutefois, des problèmes d'aération peuvent se produire dans les sols mal drainés. Les sols des Prairies sont plus tassés qu'ils ne l'étaient au moment où ils ont été défrichés, mais le tassement par les machines ne semble pas constituer un problème grave pour l'instant.

Bien que la productivité initiale du sol ait diminué par suite des pratiques culturales, le rendement a continué d'augmenter au cours des quarante dernières années: ces augmentations sont surtout attribuables aux progrès technologiques dans les domaines de la lutte contre les mauvaises herbes, de la fertilisation, de la fabrication des machines et de la mise au point de meilleures variétés de cultures (fig. 7.1). Toutefois, la dégradation continue des terres agricoles menace sérieusement la capacité de production des années à venir.

10. Campbell, C.A., 1983. "Positive Changes with Zero Till: Improvement in Soil Organic Matter and Related Properties." Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord, Janvier. Brandon (Manitoba). p. 60-88.

Campbell passe en revue certaines études récentes traitant des conséquences du labour traditionnel sur les matières organiques du sol, sur l'azote assimilable par les plantes et sur d'autres propriétés du sol qui influent sur sa fertilité et sont liées à la présence de matières organiques (comme l'état d'ameublissement et l'agrégation du sol de même que l'infiltration de l'eau). L'auteur présente aussi un compte rendu global des conséquences de la mise en jachère d'été sur les sols des Prairies et sur ses propriétés physiques. Il souligne l'importance de laisser les débris de culture à la surface du sol: cette pratique pourrait remplacer la jachère d'été. Il signale que le non-labour est un moyen efficace d'améliorer les facteurs précités. Dans les régions semi-arides de la Saskatchewan et de l'Alberta, la quantité de débris de culture est souvent insuffisante et n'assure donc pas la protection du sol pendant toute la durée de la mise en jachère. Il est donc essentiel d'utiliser les machines aratoires de façon judicieuse et avertie, d'épandre des engrais et de procéder à la mise en jachère aux moments opportuns. Campbell termine son exposé en signalant qu'il y aurait lieu d'encourager le recours à des pratiques de gestion globales. (Voir aussi le document n° 43.)

11. Campbell, C.A. et V.O. Biederbeck. 1980. "Changes in the Quality of Soils of the Prairies as a result of Agricultural Production." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. p. 1-108.

Dans cette étude, on évalue les conséquences probables de plusieurs stratégies destinées à accroître de façon significative (46 p. 100) la production des céréales d'ici 1990 en tenant compte de l'organisation du sol de la région des Prairies. Les stratégies reposent sur les facteurs suivants:

1) réduction de la superficie des jachères d'été;

2) accroissement considérable de l'utilisation d'engrais;

3) accroissement des réserves d'eau stockées grâce à des techniques de gestion de la neige;

4) augmentation de la superficie des terres irriguées;

5) accroissement soutenu de la rotation prolongée des cultures et du labour minimal.

L'étude renferme un résumé des résultats d'expériences antérieures et de nombreuses données quantitatives. On y étudie les conséquences probables de chaque stratégie sur 1) les réserves de substances nutritives, particulièrement l'azote, 2) la dynamique des substances nutritives et des matières organiques du sol, 3) les propriétés physico-chimiques du sol, 4) l'érosion du sol, 5) la salinité du sol. On évalue également le rôle des légumineuses et des graminées.

Les auteurs estiment que si les conditions socio-économiques sont favorables, l'application des stratégies susmentionnées devrait entraîner une nette amélioration des conditions du sol. Toutefois, l'irrigation et l'utilisation continue d'herbicides pourraient à long terme poser des problèmes de salinisation et de pollution de l'eau du sol.

12. Campbell, C.A., J.B. Bole et W. Nicholaichuk. 1983. "Soil Conservation Research in the Brown and Dark Brown Soil Zones--Agronomic Significance of Cultivation Practices." Soil Erosion and Land Degradation. Deliberations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management". Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 266-284.

Les auteurs examinent brièvement certaines des causes et des conséquences de la dégradation des terres: érosion du sol, lessivage de l'azote et perte de matières organiques. Ils commentent les conclusions et les recommandations de travaux antérieurs et définissent les caractéristiques que doit posséder, selon eux, une méthode destinée à ralentir la dégradation des terres. Ils font état des recherches en cours pour résoudre les problèmes que pose l'application d'une telle méthode dans la zone aride de sol brun du sud des Prairies et proposent qu'on poursuive d'autres recherches en ce sens. Ils examinent aussi les exigences conflictuelles de l'éthique et de la réalité économique, par exemple le conflit que pose la question de savoir à qui revient la responsabilité de bien gérer le sol.

L'importance de l'érosion éolienne et hydrique s'est accrue récemment dans les Prairies en raison de pratiques culturales non appropriées, dont les suivantes:

1) le gigantisme agricole: vastes cultures, grosses machines et grandes exploitations;

2) le ramassage et la vente de la paille en vue de faire des profits à court terme;

3) l'utilisation accrue des engrais d'automne et des herbicides en préémergence dont l'incorporation nécessite un labour extensif;

4) le labour excessif des jachères d'été.

Il faudrait laisser sur le sol une quantité suffisante de débris de culture afin d'accroître sa stabilité. Toutefois, la conséquence la plus grave des pratiques culturales actuelles est l'appauvrissement du sol en matières organiques et par voie de conséquence son appauvrissement en substances nutritives assimilables par les plantes (principalement en azote) et la détérioration de la structure et de l'état d'ameublissement du sol. Des recherches effectuées récemment indiquent que la situation pourrait être corrigée au moyen de pratiques culturales appropriées dont la rotation de cultures continue. Grâce à une gestion appropriée, englobant un labour sur paillis et en particulier l'épandage d'engrais appropriés, il est possible de freiner la dégradation des terres et même de redresser la situation. D'après les auteurs, il serait possible de remettre les terres en état si l'on pratiquait le non-labour ou le labour minimal et si l'on incluait les engrais verts (légumineuses) dans la rotation des cultures. Ils préconisent une pratique accrue des rotations prolongées comprenant la culture annuelle d'une légumineuse à système racinaire profond et croient qu'il serait avantageux de cultiver une variété ensemencée à l'automne, de limiter le travail du sol et de procéder au semis direct, sans enlever les chaumes.

Bien que ces pratiques soient souhaitables en théorie, elles posent trois problèmes importants dans les zones arides du sud des Prairies:

1) les agriculteurs craignent de courir à leur perte s'ils ne pratiquent pas la mise en jachère;

2) il n'existe pas à l'heure actuelle de légumineuse annuelle qui convienne à la rotation;

3) on ne sait pas encore si le blé d'hiver sera une culture viable dans cette région; la culture du seigle d'automne n'intéresse pas tous les agriculteurs, sauf ceux qui habitent des régions où le sol est sableux.

Les recherches sur les techniques de gestion des chaumes, les variétés de légumineuses appropriées, le non-labour et le labour minimal et l'efficacité des engrais finiront par apporter des solutions. Mais il faudra y consacrer plus de ressources si l'on veut y arriver.

13. Campbell, C.A., E.A. Paul et W.B. McGill. 1976. "Effect of Cultivation and Cropping on the Amounts and Forms of Soil N." Proceedings of the Western Canada Nitrogen Symposium. Edmonton. p. 7-101.

Cette revue complète des documents publiés et inédits concernant les matières organiques et l'azote présents dans les sols des Prairies canadiennes expose les données qui permettent de prévoir les conséquences des pratiques culturales actuelles sur la qualité à venir des matières organiques dans le sol. Voici les aspects étudiés:

1) les facteurs qui influent sur la répartition de l'azote dans le sol;

2) les formes et les quantités d'azote dans le sol;

3) les incidences quantitatives et qualitatives de la gestion et des facteurs pédogénétiques.

Les auteurs étudient également l'incidence, sur les diverses formes d'azote, du défrichement d'une terre vierge, de la culture de plantes fourragères, des cultures en rangées comparativement à la culture de céréales, des jachères d'été comparativement à la culture, de l'utilisation des chaumes et des paillis, du labour, et de l'épandage de fumier et d'engrais verts.

Les pratiques culturales entraînent inévitablement une diminution considérable des matières organiques et de la quantité d'azote dans le sol. De plus, le travail du sol fréquent, allié à la rotation blé-jachère, est une pratique plus destructrice que les rotations plus longues. Des pratiques telles que la culture de plantes fourragères et l'épandage d'engrais

verts au moment de la rotation réduisent ou freinent la perte de matières organiques et d'azote dans le sol. Toutefois la culture continue de céréales est en fait l'un des moyens les plus efficaces de maintenir la quantité de matières organiques et d'azote à un niveau élevé. En effet, l'azote du sol peut se maintenir pendant une période plus longue après le défrichement initial si l'on pratique une culture intensive plutôt qu'une rotation blé-jachère. Les résultats concluants de l'étude de la dynamique de l'azote du sol au moyen d'un modèle permettant une étude rétrospective et prospective laissent entrevoir des possibilités intéressantes d'application aux décisions de gestion à long terme.

14. Canada/Comité sénatorial permanent de l'Agriculture, des pêches et des forêts, 1984. Nos sols dégradés: le Canada compromet son avenir. Direction des comités et de la législation privée. Le Sénat du Canada. Ottawa. 143 pages.

Sous la direction du sénateur Herbert O. Sparrow, ce comité sénatorial a tenu récemment des audiences d'un bout à l'autre du Canada sur la dégradation des terres canadiennes. En attirant l'attention du public sur la gravité de la dégradation du sol, le comité espère sensibiliser davantage la population à ce problème et à en faire une question d'intérêt national.

Le rapport décrit les divers facteurs responsables de l'épuisement rapide des sols canadiens et examine les techniques de conservation des sols (qui peuvent atténuer le problème) et les raisons pour lesquelles ces techniques ne sont pas appliquées. Il donne aussi un compte rendu détaillé du rôle du gouvernement dans la conservation des sols. On y analyse la dégradation du sol selon des perspectives régionales. Le rapport fait état d'études de cas pour lesquelles des solutions efficaces ont été apportées de manière à régler le problème de la dégradation du sol. Se fondant sur les témoignages qui lui ont été présentés, le comité formule un certain nombre de recommandations destinées à sensibiliser davantage la population à ce problème et à favoriser les échanges entre le public, les agriculteurs, les gouvernements et les spécialistes de l'environnement. Le rapport est complété par une annexe où l'on trouve un exposé de fond sur la nature et l'étendue de la dégradation des terres et une analyse de

l'incidence des pratiques agricoles sur la qualité du sol.

Le rapport fait également un bref historique des pratiques culturales et de leur incidence sur le sol, tout en expliquant comment s'est produite la dégradation que l'on connaît actuellement et la baisse consécutive de la productivité dans les Prairies. On croit que la diminution de la teneur en matières organiques du sol, l'érosion croissante du sol et l'augmentation alarmante de la salinisation des terres cultivées dans le sud des Prairies sont en grande partie attribuables à la méthode de culture, soit la rotation blé-jachère d'été. De plus, l'utilisation massive d'engrais à base d'ammonium aggrave le problème d'acidification du sol, particulièrement dans le district de la Rivière de la Paix et aussi dans la région de Meadow Lake-Lloydminster située dans la partie nord-ouest de la Saskatchewan. Les solutions proposées comprennent la diminution des jachères d'été, l'aménagement de canaux de drainage gazonnés (pour limiter l'érosion du sol), la culture selon les courbes de niveau et la rotation de plantes légumineuses. L'une des techniques les plus prometteuses est le labour de conservation. Toutefois, le comité signale qu'il faudra pousser davantage les recherches si l'on veut que la pratique du labour de conservation se répande davantage.

15. Fédération canadienne de l'agriculture. 1982. Politique en matière de conservation des sols: Document de travail. Ottawa. 58 pages.

Cet exposé, qui constitue le document de base sur lequel la Fédération s'appuie pour proposer une politique globale de conservation des sols, donne un aperçu de la gravité du problème de la dégradation des terres au Canada. Il présente un bref résumé du processus de formation des sols et souligne l'importance du rôle des matières organiques. On y examine les signes évidents de l'érosion du sol et les problèmes connexes ainsi que la dégradation du sol consécutive dans les principales régions agricoles du Canada et l'on détermine certaines causes du problème. On fait un survol des recherches en cours et des techniques de conservation actuelles.

La FCA estime que les recommandations et les programmes initiaux, établis de façon uniforme sans tenir compte des types de sol différents, ont été une erreur et reconnaît que les recommandations concernant les pratiques de gestion agricole doivent tenir compte des caractéristiques particulières des secteurs. La Fédération signale aussi une série d'objectifs qu'il faudrait atteindre en établissant des politiques appropriées si l'on veut conserver les sols du Canada. Parmi ceux-ci, trois semblent particulièrement importants:

1) répertorier à l'échelle nationale les besoins en conservation du sol;

2) établir une politique fédérale sur le maintien de la productivité du sol;

3) créer un organisme chargé d'administrer la politique de conservation du sol.

La FCA déclare que si l'on n'adopte pas ces mesures pour renverser les tendances actuelles, on compromet sérieusement la qualité et la productivité du sol pour les années à venir.

16. Clark, J. Stephen et W. Hartley Furtan. 1981. Economic and Soil Depletion Effects of Cropping Practices in Saskatchewan. Rapport présenté au ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan. Département de l'économie agricole, Université de la Saskatchewan. Saskatoon. 47 pages.

Il s'agit d'une analyse de l'incidence sur le sol de diverses méthodes de culture au moyen d'un modèle théorique de la dégradation du sol. L'évaluation de l'impact des prix de divers produits et des coûts des facteurs de production sur le choix des méthodes de culture permet d'étudier le problème de la conservation et de l'appauvrissement des sols de la Saskatchewan dans une perspective économique. Selon ce modèle, il importe d'effectuer le labour au moment propice, c'est-à-dire à un moment où cette opération ne nuira pas aux réserves potentielles d'azote, et de respecter certains critères dans la prise de décisions afin de maximiser les bénéfices à long terme. L'analyse porte sur trois méthodes de culture différentes:

1) culture illimitée: blé, orge, colza, jachère, luzerne;

2) culture positive: blé, orge, colza, jachère;

3) culture continue: blé, orge et colza.

Selon le rapport, il est avantageux d'inclure la culture de la luzerne dans la rotation ainsi qu'une autre espèce végétale qui aurait des effets positifs sur la conservation du sol; on signale en outre que la culture continue est la méthode la moins rentable. Il est donc logique de pratiquer la mise en jachère en Saskatchewan, puisqu'on a déterminé que les coûts que doivent assumer les agriculteurs qui ne recourent pas à cette

pratique sont assez élevés.

Les auteurs estiment que tout programme destiné à réduire l'appauvrissement du sol dû à la mise en jachère, doit tenir compte de ces coûts. La politique de conservation du sol serait donc plus efficace si elle prévoyait l'octroi de subventions ou si elle assurait un marché pour l'écoulement des légumineuses plutôt que de viser simplement à limiter les jachères. D'après les résultats de l'étude, la baisse progressive de la quantité d'azote dans le sol se poursuivra sans doute au cours des prochaines années, sauf si le gouvernement prend des mesures énergiques pour corriger la situation. La quantité d'eau dans le sol est le facteur limitatif le plus important et qui influe le plus non seulement sur la valeur et le rendement des terres, mais également sur la conservation du sol : les recherches sur la gestion de la neige et d'autres techniques de préservation de l'eau doivent se poursuivre.

17. Coote, D.R. 1983. "Dégradation des terres par suite d'une utilisation agricole intentive." Les terres du Canada: Stress et impacts. Dossier n° 6, Direction de la recherche et du développement en matières politiques. Direction générale des terres, Environnement Canada. Ottawa. p. 245-278.

L'utilisation intensive des terres agricoles au Canada a entraîné de sérieux problèmes de dégradation. L'auteur fait une analyse globale des processus physiques de la dégradation des terres agricoles et de leurs conséquences sur les sols canadiens et souligne les répercussions importantes de ce problème sur le bien-être national. Un bref exposé sur l'impact économique de la dégradation des terres au regard de la valeur des terres, de la productivité et des coûts écologiques, montre le rôle des pressions économiques à court terme et leur incidence sur la décision des agriculteurs d'adopter ou non des mesures de conservation. Coote donne également un aperçu des lois et options politiques relatives à la lutte contre la dégradation des terres au Canada. Le présent rapport décrit les différentes formes de dégradation établies par Coote:

1) pertes de matériaux attribuables à l'érosion éolienne et hydrique et la perte de matières organiques;

2) dégradation chimique des terres agricoles attribuable à la salinisation et à l'acidification croissantes et contamination du sol par les métaux lourds;

3) dégradation physique des terres agricoles attribuable au tassement, au mélange et à la perturbation du sol.

Coote décrit les divers processus de dégradation, indique les régions touchées et l'ampleur du phénomène et analyse également

les tendances de chacune des formes de dégradation. Il donne un exemple des régions représentatives de chacun de ces cas.

L'érosion éolienne, la salinisation des terres et la perte de matières organiques et d'azote organique sont les problèmes les plus urgents. La principale cause d'aggravation de ces problèmes est la pratique de la mise en jachère d'été. D'autres pratiques, comme le brûlage de la paille et des chaumes et la culture intensive de certaines terres irriguées ont pour effet d'accroître les pertes de matières organiques et de substances nutritives. Les mesures proposées pour limiter l épuisement du sol dû à ces facteurs sont la réduction de la superficie des jachères d'été, le travail minimal du sol et la gestion des chaumes. D'autres mesures comme 1) la gestion de la neige, 2) l'utilisation accrue d'engrais, 3) l'inclusion de graminées et de plantes fourragères (comme la luzerne) dans la rotation des cultures, 4) la culture continue de céréales secondaires dans les régions où les précipitations sont suffisantes et 5) l'amélioration des marchés agricoles devraient encourager les agriculteurs à réduire les jachères d'été et entraîner un accroissement durable de la productivité du sol. Bien que l'acidification du sol ne soit pas un problème très répandu, on peut s'attendre à ce qu'il gagne en ampleur et en gravité étant donné l'absence d'une industrie viable de fabrication de la chaux. La contamination et le tassement du sol ne représentent pas une menace imminente pour l'Ouest du Canada, mais la perturbation du sol due à l'exploitation de mines à ciel ouvert et à l'installation d'oléoducs et de gazoducs en Alberta peut entraîner un accroissement de la salinité.

De l'avis de Coote, les stimulants offerts en vertu des politiques de production et de commercialisation des gouvernements fédéral et provinciaux seront sans doute plus efficaces que les diverses mesures législatives adoptées. L'auteur propose des moyens pour réduire la dégradation du sol et favoriser la conservation du territoire agricole du Canada:

a) sensibiliser davantage les agriculteurs à la gravité de la dégradation des terres au moyen de programmes de vulgarisation mieux conçus;

b) prévoir des subventions et des stimulants économiques pour les agriculteurs qui appliqueront des mesures de lutte contre l'érosion;

c) créer un programme ou une politique visant à encourager la rotation des cultures, particulièrement lorsque la rotation comprend la culture de plantes fourragères;

d) modifier les contingents commerciaux, les tarifs de fret relatifs, les restrictions à l'importation, les programmes d'assurance-récolte, etc. en vue d'apporter des changements au territoire agricole réservé à la culture des céréales, des oléagineux et des plantes fourragères et de limiter la superficie des jachères d'été.

L'auteur insiste sur le fait que ces objectifs ne pourront être atteints sans un effort concerté à l'échelle nationale.

18. Coote, D.R. 1984. "The Extent of Soil Erosion in Western Canada." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan, Saskatoon. p. 34-48.

Dans cet exposé, l'auteur définit brièvement les caractéristiques de l'érosion du sol dans l'Ouest canadien, en évalue quantitativement l'étendue et donne une indication de l'ampleur du problème à l'échelle du continent. Il donne des exemples de régions particulièrement touchées pour expliquer la nature de l'érosion du sol et l'effet des pratiques culturales sur le sol. Il présente une brève analyse de l'évaluation de l'érosion du sol qui sert à démontrer la rareté des données quantitatives et leur variété selon les études.

Au moyen de l'équation universelle de la perte des sols appliquée à des données canadiennes et des données américaines (extrapolées pour tenir compte des conditions de l'Ouest canadien), Coote évalue l'importance de l'érosion éolienne et hydrique dans l'Ouest canadien. La diminution du taux d'érosion du sol observée récemment reflète la réduction importante du pourcentage des terres en jachère d'été notée entre 1976 et 1981. Toutefois, l'augmentation de la superficie des terres soumises à la culture en lignes, principalement au Manitoba, a donné lieu à une augmentation des risques d'érosion hydrique, mais Coote déclare que cet inconvénient n'est rien comparativement aux conséquences bénéfiques découlant de la diminution des jachères d'été. Malgré cette baisse, le taux d'érosion du sol dans l'Ouest est plus de deux fois supérieur à celui observé dans l'Est et n'est que légèrement inférieur au taux moyen observé aux États-Unis. L'auteur rappelle qu'étant donné que les sols de l'Ouest canadien sont moins profonds que ceux que l'on trouve dans bon nombre de régions des États-Unis, l'on ne peut se permettre de traiter le sol des Prairies avec négligence. Comme presque toutes les terres agricoles au monde sont touchées par l'érosion à des degrés divers, et certaines de façon alarmante, Coote estime qu'il est tout à fait dans l'intérêt de l'Ouest du Canada de réduire l'érosion du sol et de préserver sa capacité de production ainsi que sa capacité d'exportation dans toute la mesure possible.

19. Coote, D.R. J. Dumanski et J.F. Ramsey. 1981. Une évaluation de la dégradation des terres agricoles au Canada. Institut de recherche sur les terres, article n° 118. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada. Ottawa. 105 pages.

Ce rapport présente une évaluation qualitative générale de la dégradation des terres dans les principales régions physiographiques du Canada selon les paramètres suivants: nature de l'érosion, régions touchées, ampleur et gravité de l'érosion. Parmi les processus d'érosion étudiés figurent 1) l'érosion hydrique et éolienne, 2) la perturbation de la structure du sol et la diminution de la fertilité dues au labour intensif, 3) la salinisation du sol, 4) l'acidification du sol, 5) la contamination du sol par les résidus des produits chimiques, 6) la perturbation et la dégradation du sol résultant 7) de la détérioration des systèmes de drainage, 8) des glissements de terrain et 9) de l'affaissement des sols organiques par l'oxydation et d'autres facteurs. Le rapport renferme des cartes qui illustrent les risques de dégradation selon les principaux types d'érosion. Les problèmes les plus graves dans la région des grandes plaines sont l'érosion éolienne, la salinisation et la diminution de la teneur du sol en azote organique. Le district de Rivière de la Paix est particulièrement touché par l'érosion hydrique. La pratique de la mise en jachère d'été semble être la principale cause de ce problème. D'après les auteurs, on est intervenu très peu jusqu'à maintenant pour prévenir ou améliorer la situation. Comme les mesures de lutte doivent être appliquées sur place, dans les fermes, les auteurs estiment que la solution dépend en grande partie de la création de politiques et de programmes innovateurs aux différents paliers du gouvernement afin d'aider l'agriculteur.

20. Crosson, Pierre. 1981. Conservation Tillage and Conventional Tillage : A Comparative Assessment. Soil Conservation Society of America. Ankeny (Iowa). 35 pages.

Dans cet article, l'auteur étudie les avantages et les désavantages possibles du point de vue économique et écologique du labour de conservation comparativement au labour traditionnel afin de déterminer si la pratique du labour de conservation a des chances de se répandre aux États-Unis. Les conclusions de Crosson sont d'autant plus intéressantes que les exemples portant sur les états des plaines du nord des États-Unis peuvent s'appliquer aux Prairies canadiennes.

La différence entre la quantité de facteurs de production et les rendements des deux techniques détermine leurs coûts moyens et par le fait même leurs avantages économiques relatifs. Dans les régions où les sols sont bien drainés, où l'élimination des mauvaises herbes au moyen d'herbicides est efficace et où il existe des possibilités de double récolte, il est nettement plus avantageux du point de vue économique, de pratiquer le labour de conservation. Les coûts de la main-d'oeuvre et des machines et les frais d'exploitation et de carburant se sont révélés inférieurs dans le cas du labour de conservation, mais cette technique requiert des connaissances plus poussées en gestion. Le coût d'acquisition de ces connaissances a cependant été jugé négligeable. Toutefois, des applications plus considérables de pesticides peuvent être nécessaires pour lutter contre les mauvaises herbes, les maladies et les infestations d'insectes. De plus, dans certaines conditions, le sol peut nécessiter plus d'engrais azotés, ce qui peut hausser sensiblement les coûts. Cependant le labour de conservation donne des rendements plus élevés que le labour traditionnel dans le cas des sols séchants ou dans les régions comme le sud des Prairies où les précipitations constituent un facteur limitatif. Le labour de conservation réduit les risques d'érosion, mais nécessite plus de pesticides et en particulier d'herbicides, ce qui représente une plus grande menace pour l'environnement. Il faudra donc réfléchir encore davantage avant d'opter pour le labour de conservation.

L'expansion du labour de conservation dépend de la façon dont la société va percevoir et évaluer les différentes répercussions des deux techniques sur l'environnement. L'auteur croit que la société va encourager vivement l'adoption de cette nouvelle technique.

21. de Jong, E. et D.R. Cameron. 1980. "Efficiency of Water Use by Agriculture for Dryland Crop Production." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 36 pages.

La mise en jachère d'été est une cause importante de la réduction de la production, étant donné qu'une terre en jachère n'utilise pas efficacement les précipitations limitées des Prairies. De plus, la faible capacité de rétention d'eau du sol pendant la période de jachère entraîne des problèmes de dégradation du sol comme la salinisation et une érosion accrue. Les auteurs examinent les techniques nécessaires pour assurer une utilisation maximale de l'eau, et déterminent si le sol contient une quantité d'eau suffisante pour permettre les augmentations de rendement qui seront nécessaires pour répondre aux besoins futurs.

Les résultats des recherches dont nous disposons actuellement indiquent que jusqu'en 1970, il n'y avait aucun lien entre la superficie des cultures sur chaume en Saskatchewan et les précipitations au cours de l'automne et de l'hiver précédant, chaque été, contrairement à ce que l'on aurait pu croire lorsque la jachère d'été n'était pratiquée que dans le but de conserver l'eau. Les agriculteurs doivent donc pratiquer la mise en jachère d'été pour des raisons tout aussi importantes à leurs yeux que la conservation de l'eau. L'élimination des mauvaises herbes et la tradition viennent sans doute en tête de liste.

Selon les auteurs, la production moyenne devrait pouvoir s'accroître d'au moins 25 p. 100 si l'on faisait une meilleure utilisation des engrais et disposait d'un meilleur programme de lutte contre les mauvaises herbes. Toutefois, la quantité d'eau assimilée par le sol varie considérablement d'une année à l'autre, principalement à cause des conditions climatiques: il faut donc s'attendre à des variations annuelles importantes du rendement même si l'on fait un meilleur usage des engrais et des pesticides. Les méthodes qui peuvent favoriser une meilleure assimilation de l'eau par le sol sont le labour minimal, la culture en terrasses, l'irrigation à partir des fondrières, et la gestion de la neige. Les techniques de labour peuvent entraîner un léger accroissement de la conservation de l'eau, mais la gestion de la neige semble un moyen beaucoup plus efficace. Grâce à l'eau que la gestion de la neige permettrait d'accumuler, il ne serait plus nécessaire de pratiquer la jachère d'été à des fins de rétention de l'eau, ce qui entraînerait une diminution de l'érosion éolienne et de la salinisation. De plus, il pourrait devenir possible, grâce à la gestion de la neige, d'inclure la culture des légumineuses dans la rotation dans les régions sèches des Prairies, ce qui diminuerait les besoins en engrais azotés. Si l'on veut accroître la production, il faudrait aussi songer à utiliser les débris de culture qui représentent une source de substances nutritives et constituent une bonne protection contre l'érosion éolienne. En outre, il s'agit là d'un élément essentiel de la gestion de la neige.

22. Dyer, J.A. 1982. "Sustainability in the Canadian Agri-Food System." Économie agricole au Canada. 17: 3, 23-28.

L'auteur se penche sur les pratiques agricoles actuellement en usage au Canada et s'interroge sur leur viabilité à long terme à la lumière des articles et des études sur la dégradation du sol. Son article donne un aperçu des problèmes qui affectent le territoire agricole du Canada et examine les perspectives d'avenir d'un point de vue général. D'après Dyer, la préservation des ressources agricoles ne constitue malheureusement pas une priorité nationale, et cela même si l'on dispose d'un excellent potentiel de recherche sur les terres. L'auteur passe en revue les pratiques qui ne sont plus efficaces, afin de démontrer qu'il faut accroître les efforts déployés pour conserver les terres et le sol pour les prochaines générations.

L'érosion éolienne accrue et la salinisation croissante du sol sont les principaux problèmes qui touchent les Prairies. Ces problèmes sont accentués par les pratiques de gestion actuelles comme l'irrigation, la pratique excessive de la jachère d'été et la tendance à cultiver des parcelles plus grandes afin de faciliter le passage des grosses machines. L'auteur propose quelques solutions de rechange comme le non-labour ou le labour minimal, la rotation des cultures incluant les légumineuses ou les plantes fourragères ou les deux, l'utilisation de machines mieux conçues et l'établissement de meilleurs programmes de lutte contre les insectes, les maladies et les mauvaises herbes.

Voici les recommandations que formule l'auteur afin de promouvoir la conservation des terres et l'utilisation de méthodes de production agricole viables:

1) il faudrait tenir compte, dans la planification du développement régional, des résultats des recherches sur l'utilisation des terres, l'évaluation du potentiel de rendement des terres et la dégradation du sol et des terres;

2) il faudrait sensibiliser davantage les agriculteurs et le grand public à la conservation du sol;

3) il faudrait créer des programmes de soutien financier pour inciter les agriculteurs à utiliser des méthodes de production viables afin de maintenir le potentiel de production agro-alimentaire au cours des années à venir.

23. Conseil de l'environnement de l'Alberta. 1982. Irrigation Agriculture in Alberta. Rapport des services fonctionnels, ECA81-17/188. Edmonton. 74 pages.

Il s'agit d'un compte rendu de la situation de la culture des terres irriguées en Alberta, des problèmes connexes et des coûts de l'irrigation; on étudie également la possibilité d'accroître les superficies irriguées. On examine le rôle de ce type d'agriculture au cours des années à venir. La principale forme de dégradation qu'entraîne l'irrigation est la salinisation. L'accumulation de sels dans le sol est principalement attribuable à l'infiltration de l'eau qui provient de systèmes de distribution mal construits et mal entretenus. Plusieurs méthodes passives peuvent prévenir et réduire ce problème:

1) la culture de plantes fourragères à système radiculaire profond, comme la luzerne, qui permet d'abaisser le niveau de la nappe phréatique;

2) la culture continue qui prévient l'élévation du niveau de la nappe phréatique;

3) la culture d'espèces adaptées aux sols salins, comme l'orge;

4) l'application de fumier sur les étendues de terre saline qui permet d'améliorer l'état d'ameublissement et d'autres caractéristiques du sol.

Toutefois, le drainage peut s'avérer nécessaire pour remettre en état les sols très salins et pour maximiser la production des sols dont la salinité est de légère à moyenne. Le drainage doit être accompagné de mesures destinées à favoriser l'assimilation de l'eau par le sol. On croit qu'on pourrait corriger la plupart des problèmes en réaménageant les systèmes de distribution d'eau, en procédant à la remise en état des terres et en améliorant la capacité d'assimilation de l'eau par le sol. L'irrigation peut donc contribuer à neutraliser la diminution de la production agricole due à l'utilisation des terres à des fins non agricoles.

24. Fairbairn, Garry Lawrence. 1984. Will the Bounty End? The Uncertain Future of Canada's Food Supply. Institut agricole du Canada/Western Producer Prairie Books. Saskatoon. 160 pages.

Dans cette étude, effectuée pour le compte de l'Institut agricole du Canada, Fairbairn s'intéresse principalement aux défis que posent certains problèmes écologiques importants qui confrontent le domaine de la production agro-alimentaire au Canada. De lecture facile et accessible au grand public, cet exposé présente une évaluation des questions fondamentales relatives au territoire agricole et des propositions quant aux mesures correctrices. L'auteur constate que la dégradation du sol menace la viabilité de la production agricole à long terme. Il analyse les répercussions néfastes des pratiques agricoles traditionnelles et examine les solutions possibles. Il explique l'importance croissante du rôle des engrais chimiques et des pesticides et se demande si la production agricole peut non seulement être maintenue, mais encore accrue. Fairbairn analyse également les répercussions de l'expansion urbaine au détriment des terres agricoles et signale qu'il est important de comprendre que les terres constituent une ressource limitée. Il donne un bref aperçu des possibilités que laissent entrevoir les recherches en génétique et insiste sur le fait qu'il faudrait accroître les ressources affectées à la recherche et au développement dans le domaine agricole au Canada.

L'auteur signale les principaux problèmes des Prairies: érosion du sol, diminution rapide de la teneur du sol en matières organiques et en azote et salinité croissante du sol. Il y a bien des facteurs qui expliquent cet épuisement relativement rapide des sols des Prairies, mais on attribue aujourd'hui ce phénomène à une pratique agricole en particulier, la jachère d'été. La culture continue est considérée comme la stratégie de conservation du sol la plus prometteuse, alliée à des méthodes destinées à accroître considérablement les retombées économiques nationales découlant de la production agricole des Prairies. Toutefois, il semble qu'on aurait plus de chances d'obtenir une amélioration à court terme en réduisant la fréquence de la jachère d'été à une fois tous les trois ans, puisque la culture continue nécessite de l'eau en plus grande quantité. Les techniques de gestion de la neige auront sans doute les effets les plus manifestes et les plus positifs en matière de conservation de l'eau. Parmi les autres solutions possibles, l'auteur mentionne la rotation des cultures incluant le blé d'hiver et des légumineuses comme la luzerne et le mélilot qui contribuent à améliorer le sol, l'exploitation agricole mixte et le non-labour ou le labour minimal. Malgré l'acquisition de connaissances scientifiques poussées et les progrès de la technique, il sera impossible de maintenir notre potentiel de production agro-alimentaire au cours des années à venir si l'on ne réussit pas à conserver la qualité du sol.

25. Foss, J.E. 1983. "Benefits of Erosion Control." Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord, janvier. Brandon (Manitoba). p. 53-59.

D'après l'auteur, l'érosion du sol est un problème important que sous-estiment bien des gens, y compris les hommes de science. Les deux raisons les plus importantes qui justifient la création de programmes de lutte contre l'érosion sont, selon l'auteur, la nature des principes d'administration des terres et les répercussions de l'érosion sur le rendement des cultures. D'autres facteurs, comme la perte d'éléments nutritifs et la formation et le dépôt de sédiments, justifient également l'adoption des mesures correctrices. L'auteur examine également les répercussions de l'érosion sur l'organisation du sol. Il traite des modifications des propriétés physiques et chimiques des profils de sol et décrit brièvement les rapports entre les caractéristiques du paysage et l'érosion. Foss signale que lorsqu'on enlève les horizons de surface productifs et qu'on expose des matériaux de surface moins productifs, on apporte dans la plupart des cas une modification permanente à la structure du sol. Il insiste sur la nécessité d'améliorer les mesures de conservation du sol.

L'auteur fait des propositions sur l'orientation que devraient prendre les programmes de conservation. Il souligne l'importance des principes et des pratiques de conservation, comme le non-labour. Selon lui, il faut que tous les organismes intéressés à la lutte contre l'érosion se concertent afin d'établir un plan global de lutte contre l'érosion du sol.

(Voir aussi le document n° 43).

26. Furtan, W.H. et G.C. Van Kooten. 1984. "Economics of Soil Conservation and Land Degradation." Soil Erosion and Land Degradation. Deliberations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 185-194.

L'agriculteur indépendant est soumis d'une part à des contraintes d'ordre technologique et économique et d'autre part à des pressions émanant des institutions; ce sont là des facteurs qui l'obligent à faire un choix lorsqu'il s'agit de gérer ses terres, et de décider quelle superficie sera réservée à la conservation du sol, et inversement, combien d'hectares il consentira à laisser se dégrader. En Saskatchewan, les facteurs écnomiques semblent être les éléments qui ont le plus de poids dans les décisions que prend l'agriculteur relativement aux méthodes de conservation à adopter. Les taux d'intérêt en sont un exemple: la volonté d'investir dans la lutte contre la dégradation des terres est inversement proportionnelle à la hausse des taux d'intérêt. Les taux d'intérêt élevés récents expliquent l'hésitation marquée à adopter des mesures de conservation. La société trouve son intérêt dans les méthodes agronomiques qu'adopte l'agriculteur, c'est pourquoi l'intervention des gouvernements est justifiée.

Dans leur document, les auteurs analysent du point de vue économique les méthodes directes et indirectes d'intervention gouvernementale. On peut compter au nombre des méthodes directes la réglementation de l'utilisation des engrais ou d'autres substances chimiques, la consultation gratuite en matière de gestion et de finances, et les subventions au titre de taux hypothécaires agricoles. La préférence des économistes va aux méthodes indirectes:

1) stimulants économiques à l'intention des agriculteurs qui mettent en application des mesures de conservation;

2) amendes imposées dans les cas de déversements non autorisés dans les cours d'eau.

Toutefois, Furtan et Van Kooten soulignent le danger de remplacer un mal par un autre, de troquer l'épuisement excessif du sol contre des politiques gouvernementales injustifiées et non appropriées. Il faut prendre toutes les précautions qui s'imposent avant d'adopter de nouveaux programmes.

27. Goettel, A.W. 1977. "A Perspective of Resource Development on Agricultural Land." Soil Conservation, Reclamation and Research. Délibérations de l'atelier albertain sur la science du sol. Février. Edmonton. p. 93-107.

Goettel analyse un certain nombre de préoccupations concernant les terres agricoles suscitées par l'exploitation de mines à ciel ouvert, et ce, en vue d'évaluer de façon plus juste les effets néfastes que peut avoir sur la production agricole ce genre d'exploitation si l'on ne tient pas compte de la productivité à venir des terres. L'auteur étudie le potentiel agricole des terres abritant des réserves de charbon et évalue la superficie de terre qui serait perturbée par des travaux d'exploitation. Il affirme que pour chaque projet nouveau, il faut absolument prévoir un plan d'extraction du charbon et de remise en état des terres. Ce plan doit tenir compte de l'utilisation actuelle et future des terres ainsi que des conséquences que pourrait avoir un projet d'envergure sur une agglomération à vocation agricole. Il commente ensuite la politique de l'Alberta en matière d'exploitation des mines de charbon, par laquelle le gouvernement de cette province reconnaît les préoccupations formulées à ce sujet par les responsables de l'industrie houillère et le public en général, et les invite à engager la discussion.

Goettel décrit les mesures qu'il faut prendre pour minimiser les effets néfastes de l'exploitation à ciel ouvert dans les régions vouées à l'agriculture extensive:

1) planification préalable plus poussée émanant des secteurs industriel et gouvernemental;

2) établissement d'inventaires géologiques détaillés du sol et de la couche arable en vue d'élaborer des projets de remise en état afin que le rendement ultérieur des terres soit "au moins égal" au rendement antérieur aux travaux d'exploitation minière, et ce pour satisfaire à l'objectif fixé par la politique en matière d'exploitation des mines de charbon;

3) utilisation de techniques de remise en état applicables dans diverses conditions et qui devront faire partie des projets d'exploitation et de remise en état;

4) nouvelle conception du coût de la remise en état des terres qui constitue un élément des dépenses relatives à l'extraction du charbon que le consommateur doit assumer.

28. Goettel, A.W., J.C. Hermans, et D.R. Coote. 1981. "Degradation by Erosion." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Deliberations du dix-huitième atelier annuel sur la science du sol, 24 et 25 février. Edmonton. p. 134-158.

Le document passe en revue les causes, l'importance et les conséquences de l'érosion des terres dans les Prairies en mettant l'accent sur l'érosion éolienne. Les auteurs analysent les méthodes de lutte contre l'érosion et donnent des précisions sur les recherches en cours, les programmes de vulgarisation, les lois en vigueur et d'autres programmes existants. Le document porte essentiellement sur l'historique de la dégradation des terres qui débouche sur les préoccupations actuelles, ainsi que sur les résultats et les recommandations issus d'études antérieures. Il s'agit là de données utiles sur les méthodes qui ont été essayées jusqu'ici pour tenter de mettre un frein au problème de l'érosion.

Les auteurs précisent que la pratique de la jachère d'été constitue un risque d'érosion beaucoup plus grand que ne l'est le travail du sol; en outre, les terres labourées sont plus sensibles à l'érosion que les terres non labourées. D'autres facteurs accentuent l'érosion dans l'Ouest du Canada, comme l'enlèvement de la couche de résidus et une mauvaise rotation des cultures. La technique agricole consistant à laisser sur le sol des débris végétaux ou une couche de détritus, alliée à la culture en bandes, constitue l'une des meilleures méthodes de lutte contre l'érosion. Lorsque les jachères d'été ne sont plus essentiellement justifiées par la conservation d'humidité dans le sol, cette pratique se remplace avantageusement par la culture du mélilot qui sert d'engrais vert une fois fauché. Des études portant sur le labour léger et sur la culture sans labour, sur l'application d'engrais et la gestion du sol ont été entreprises récemment dans le but de trouver des moyens d'augmenter le rendement des terres sans accroître le risque d'érosion.

Les programmes de vulgarisation fournissent aux agriculteurs les renseignements dont ils ont besoin pour se décider à appliquer les techniques actuelles de conservation. Les programmes provinciaux et municipaux de soutien financier à la conservation du sol ont été élaborés essentiellement pour empêcher ou enrayer les graves problèmes d'érosion. Le document résume également les recommandations de l'Institut agricole du Canada qui souligne le besoin de quantifier les pertes attribuables à l'érosion et d'élaborer des techniques et des programmes améliorés de conservation du sol.

29. Hedlin, R.A. 1980. "The Place of Summerfallow in Agriculture on the Canadian Prairies." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon (Saskatchewan). 25 pages.

De nombreux auteurs attribuent la détérioration de la qualité du sol dans les provinces des Prairies surtout à la mise en jachère d'été des terres. Hedlin reprend les avantages qu'offrent les jachères d'été au chapitre de la conservation de l'humidité et de l'augmentation des réserves de substances nutritives assimilables par le sol. Il traite également de l'importance de la mise en jachère dans les Prairies canadiennes, fournissant ainsi des données sur les facteurs qui influent sur la fréquence d'utilisation de cette technique. Même si l'auteur reconnaît que la jachère d'été a un effet minime sur la conservation de l'humidité du sol, il est d'avis que l'eau ainsi retenue contribue grandement à augmenter le rendement des cultures. La jachère d'été permet d'augmenter la quantité de nitrate d'azote assimilée par les plantes, ce qui améliore aussi le rendement.

Les avantages qu'offrent les jachères d'été ne suffisent pas à justifier le recours massif à cette technique dans les Prairies; grâce aux débouchés commerciaux et aux stimulants économiques offerts aux agriculteurs, la superficie de terres en jachère pourrait être réduite de 10 à 20 p. 100. Toutefois, Hedlin signale qu'il faudra, pour conserver les mêmes rendements, augmenter l'apport d'engrais azoté et phosphoré dont ni les coûts ni les problèmes suscités par leur transport, leur entreposage et leur utilisation ne peuvent être négligés.

30. Hedlin, R.A. 1981. "Farming For Tomorrow." Document présenté à la réunion semestrielle du Conseil des grains du Canada, 27 et 28 octobre. Saskatoon. 11 pages.

L'auteur analyse les avantages à retirer de la culture permanente des plantes fourragères et il évalue la possibilité d'intégrer la culture des céréales à l'élevage du bétail dans les Prairies canadiennes. Une revue des préoccupations que suscite la dégradation des terres permet d'expliquer pourquoi les méthodes actuelles de gestion du sol conduisent à son épuisement; l'auteur présente en outre les correctifs permettant d'assurer la productivité du sol à long terme.

Même si les plantes fourragères pérennes apportent de l'azote au sol et réduisent l'érosion, la monoculture ou une bonne couche d'engrais vert ramènent l'érosion à des niveaux acceptables. Comme les plantes fourragères exigent beaucoup d'eau, elles ne sont habituellement pas cultivées dans les régions de culture sèche où la gestion de la neige offre de bonnes possibilités d'accroître la superficie de culture et de réduire les jachères. Les jachères d'été répétées entraînent d'importantes pertes de matière organique et accentuent l'érosion hydrique et l'érosion éolienne, la salinisation et la détérioration de la structure du sol, tandis que l'épandage de plus grandes quantités d'engrais à l'ammoniac et d'engrais azotés augmente l'acidité du sol.

L'analyse des données indique que la culture de plantes fourragères augmente la teneur en matière organique du sol et améliore son état d'ameublissement. Toutefois, lorsque de bons rendements sont attribuables à la culture de plantes annuelles et que les résidus sont retournés dans la terre, la teneur du sol en matière organique en décomposition est généralement acceptable tandis que l'état d'ameublissement demeure convenable. Par conséquent, la culture de plantes fourragères pérennes, bien qu'utile, ne constitue pas un élément essentiel d'un système de culture destiné à conserver la qualité des sols, quel que soit le type de sol. L'auteur n'envisage pas l'intégration de la culture des céréales et l'élevage du bétail pour tous les agriculteurs qui possèdent des animaux. Bien qu'au point de vue de l'exploitation du sol, ces deux activités complémentaires soient souhaitables, elles ne sont ni essentielles et ni rentables.

31. Henry, J.L. et W.E. Johnson. 1977. The Nature and Management of Salt-Affected Soils in Saskatchewan. Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan. Regina. 26 pages.

Le bulletin de Henry et Johnson analyse les causes de la salinisation des sols et de la progression du phénomène ainsi que les méthodes destinées à enrayer cette progression et à améliorer le rendement des sols salins. Le document présente des données de base à l'intention des profanes. Les auteurs étudient les propriétés, l'exploitation et la gestion des sols salins, des sols à alcalis, des sols salins à alcalis et des sols solonetziques, ainsi que leurs effets sur la croissance des plantes.

Les déplacements d'eau sont responsables, de la concentration de sels à certains endroits dans le sol. Il faut donc connaître le réseau hydrique et les méthodes de gestion de l'eau pour pouvoir élaborer un programme efficace de gestion des sols salins. Les méthodes de gestion examinées par les auteurs sont les suivantes: essais pédologiques, rotation des cultures, choix de cultures résistantes aux sels, culture de plantes tampons, épandage d'engrais et de fumier, travail du sol et lutte contre les mauvaises herbes, amendements chimiques, drainage et lessivage. Il s'agit pour la plupart de mesures préventives ou correctrices qui n'enraient pas totalement la salinité des sols atteints. De fait, l'utilisation d'amendements chimiques est fortement déconseillée étant donné qu'aucun d'entre eux ne contribue à neutraliser les sels présents dans le sol; en outre, elle entraîne des dépenses supplémentaires pour l'agriculteur. Le drainage et le lessivage demeurent les seuls moyens de remettre en état les sols salins de manière à les rendre totalement productifs. Toutefois, la désalinisation du sol dans les régions non irriguées, comme dans le sud de la Saskatchewan, est impossible sans l'apport d'un surplus d'eau pour éliminer les sels; en effet, la simple installation d'un réseau hydrographique ne saurait suffire à la tâche. Le document propose pour certaines régions une solution qui fait appel au drainage en surface des petites fondrières ou d'autres nappes d'eau qui causent en partie le problème. On passe toutefois sous silence les effets de ce type de drainage sur l'habitat faunique.

32. Hermans, J.C. et A.W. Goettel. 1980. "The Impact of Surface Mining on Agriculture in Alberta." Délibérations: Symposium, Adequate Reclamation of Mined Lands? 26 et 27 mars 1980. Billings (Montana). Pages 11-1 à 11-10.

Les auteurs évaluent les conséquences que pourrait avoir l'extraction à ciel ouvert de charbon sur l'agriculture en Alberta. A cette fin, ils étudient le potentiel agricole des terres qui abritent les gisements houillers et ils évaluent la superficie des terres qui sera perturbée par l'activité houillère à court terme. Les auteurs expriment l'une des principales préoccupations du domaine agricole, à savoir si les terres perturbées par l'extraction minière pourront être remises ultérieurement dans un état satisfaisant. On ne dispose pas, à l'heure actuelle, des techniques et des méthodes qui permettraient de redonner aux terres perturbées leur état de productivité antérieur. Hermans et Goettel décrivent les conséquences directes et indirectes de l'exploitation minière. Comme les besoins énergétiques prévus ne cesseront d'augmenter, les auteurs estiment que le conflit entre l'agriculture et l'exploitation minière est inévitable. Ils suggèrent alors des moyens de minimiser l'impact de l'exploitation à ciel ouvert des mines de charbon.

Environ 67 p. 100 des gisements houillers des districts du centre et du sud de l'Alberta sont enfouis sous la couche de terre arable (Inventaire des terres du Canada - classes 1 à 4). D'ici l'an 2004, au moins 28 000 hectares de terres seront perturbées par l'extraction à ciel ouvert de charbon, c'est à dire qu'entre 1975 et 2004, une superficie totale d'au moins 69 000 hectares aura été perturbée. Il faut aussi ajouter à ce chiffre la superficie des terres consacrées aux routes de desserte, aux édifices et aux voies de dérivation des chemins de fer qui contribueront ainsi à doubler la superficie de terres qui souffriront de l'exploitation à ciel ouvert.

On peut compter au nombre des conséquences directes du décapage des morts-terrains l'affaissement du sol, les modifications apportées au régime de la nappe phréatique, la salinisation probable des sols, auxquels s'ajoute le problème lié à l'utilisation convenable des morts-terrains. De plus, les activités minières connexes peuvent nuire au rendement agricole dans un rayon de plusieurs milles, c'est le cas, par exemple, du transport du charbon par chemin de fer ou par route, de l'installation de lignes électriques et de pipelines pour les usines de gazéification du charbon. En outre, les nouveaux emplois générés par l'exploitation minière ont des répercussions sur les communautés agricoles, car ils créent d'autres besoins (logement, commerce, etc.). Il faut tenir compte également des effets marqués de l'exploitation minière sur la valeur des terres. Il est grand temps que le gouvernement et l'industrie mettent au point des techniques de remise en état des terres et travaillent de concert avec les communautés

agricoles à minimiser l'impact de l'exploitation à ciel ouvert des mines de charbon. Une nouvelle conception de la remise en état des terres s'impose : ce processus doit faire partie intégrante des coûts d'exploitation.

33. Hermans, J.C. et C.J. Palmer. 1982. "Management of Solonetzic Soils." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management" du 29 novembre au 2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 301-315.

Le document décrit les techniques actuelles de gestion et de remise en état des terres permettant d'améliorer, et dans certains cas, d'augmenter substantiellement le rendement des sols solonetziques. Les auteurs traitent des terres agricoles des Prairies dont le sol présente des problèmes d'origine naturelle et ils décrivent les caractéristiques des sols solonetziques qui entravent la croissance des cultures. Toutefois, dans l'ensemble, le document porte essentiellement sur la description et l'étude des techniques de gestion actuelles et possibles comme le drainage en surface, la préparation du lit de semence, l'application d'engrais, le labour profond, le sous-solage profond, le recours aux amendements chimiques et l'irrigation; les quatre dernières techniques font l'objet d'une étude détaillée. Ces mesures ont suscité peu d'intérêt chez les agriculteurs à cause des coûts et des risques élevés qu'elles entraînent. De plus, la variabilité que présentent ces types de sols ne permet pas d'extrapoler les données recueillies d'un site à un autre. Par conséquent, il importe de poursuivre les recherches en vue de mettre au point des moyens de préciser les caractéristiques des sols solonetziques qui répondront le mieux aux diverses techniques de gestion.

34. Hoyt, P.B., M. Nyborg et H. Ukrainetz. 1981. "Degradation by Acidification." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel albertain sur la science du sol, 24 et 25 février. Edmonton. p. 41-71.

Le document traite de la dégradation du sol par l'acidification ainsi que des incidences de l'acidité du sol sur l'agriculture dans les quatre provinces de l'Ouest du Canada. L'acidification des sols est due principalement à l'emploi d'engrais, plus particulièrement d'engrais azotés, et aux retombées acides de dioxyde de soufre provenant des usines de transformation du gaz naturel, des fonderies et des centrales électriques alimentées au charbon. Les auteurs évaluent l'importance des dommages causés aux terres par ces produits chimiques et analysent les techniques dont on dispose pour contrôler l'acidité du sol. De plus, ils préconisent une intervention gouvernementale dans ce domaine.

C'est en Alberta que l'on retrouve la plus forte concentration de sols acides, avec une proportion de 70 p. 100 des terres acides de tout l'Ouest du Canada; suit la Saskatchewan, puis le Manitoba, qui possède un sol acide pauvre. La culture de plantes résistantes aux acides, comme l'orge, permet d'éviter les pertes de rendement dues à l'acidité du sol. Il s'agit toutefois d'une mesure temporaire pour ce qui est de l'exploitation agricole des sols acides des Prairies. Le chaulage demeure la meilleure technique pour diminuer l'acidité du sol; les coûts sont toutefois prohibitifs pour les agriculteurs. A l'exception du labour profond qui ramène en surface les couches de chaux, il n'existe, semble-t-il, aucune autre technique de gestion qui puisse réduire l'acidité du sol. De nouvelles méthodes, comme l'épandage en bandes d'engrais azotés, peuvent diminuer l'acidification du sol, mais leur utilisation dépendra de leur coût comparativement à celui de la charge.

Si le chaulage devenait une pratique courante, le prix de la chaux baisserait, et, par le fait même, cette méthode serait à la fois plus intéressante et plus rentable pour les agriculteurs. Les auteurs préconisent l'intervention directe du gouvernement pour faciliter l'approvisionnement, le transport et l'épandage de grandes quantités de chaux. De même, comme les bienfaits du chaulage se font sentir à long terme et que le coût d'investissement initial est élevé, le gouvernement devrait faciliter l'obtention de prêts à long terme par les agriculteurs pour l'achat de chaux.

35. Johnson, W.E. 1977. "Conservation Tillage in Western Canada." Journal of Soil and Water Conservation, 32: 1, janvier-février, p. 61-65.

L'auteur étudie la possibilité de diminuer la superficie de terres en jachère d'été dans l'Ouest du Canada. Il analyse les avantages et les inconvénients qu'offre la jachère d'été, la jachère avec produits chimiques et l'utilisation des chaumes. Il traite également de la conservation de l'humidité, des méthodes de culture, des propriétés physiques du sol ainsi que de l'élimination des mauvaises herbes, des insectes et des maladies.

Les jachères d'été doivent tout d'abord être réduites sur les sols noirs, les luvisols gris boisés et les sols chernozémiques gris foncé, sur les sols à texture grossière, sur les terres présentant un risque de salinisation qualifié de moyen à élevé et sur les terres très vulnérables à l'érosion hydrique. La période de jachère doit être écourtée dans le cas des sols érodables en semant de l'avoine ou du blé d'hiver au mois d'août ou de septembre de l'année de mise en jachère. Des labours légers donneront des résultats satisfaisants si les agriculteurs procèdent à un bon ensemencement, détruisent les mauvaises herbes par des moyens mécaniques et chimiques et utilisent suffisamment d'engrais. La jachère avec produits chimiques enraye de façon satisfaisante l'érosion et donne de bons rendements agricoles et économiques, mais il s'agit d'une technique onéreuse lorsqu'elle est appliquée de façon optimale, étant donné le coût élevé des produits chimiques utilisés pour détruire les mauvaises herbes. C'est pourquoi l'auteur favorise l'utilisation des débris de culture qui permet de limiter l'érosion, et d'obtenir une bonne rétention d'eau et des rendements comparables à ceux associés à la jachère avec produits chimiques. Néanmoins, les difficultés que présentent l'utlisation des débris de culture, la destruction des mauvaises herbes, l'ensemencement et l'incorporation d'engrais et d'herbicides rendent ces techniques plus ou moins attrayantes. Les recherches sur le labour de conservation doivent donc être axées essentiellement sur la conception de pièces d'équipement et de systèmes mécaniques permettant de manipuler et de laisser les débris de culture sur le sol, et d'améliorer l'ensemencement ainsi que l'épandage d'engrais et d'insecticides. Il est particulièrement important de mettre au point des méthodes pour incorporer délicatement les herbicides dans le sol.

36. Johnson, W.E. et A.M.F. Hennig. 1976. "Soil and Crop Management to Reduce Losses." Proceedings of the Western Canada Nitrogen Symposium. Edmonton. p. 354-380.

Dans ce document, les auteurs tentent d'évaluer les possibilités d'augmenter le taux d'azote présent dans le sol au moyen de certaines techniques de gestion agricole:

1) le choix, la gestion et les modes de culture;

2) la lutte contre l'érosion;

3) la conservation et l'utilisation de l'eau;

4) la destruction des mauvaises herbes;

5) les techniques de base de gestion du sol destinés à pallier les pertes par dénitrification;

6) l'équilibre des éléments nutritifs et le pH.

Les auteurs traitent de chaque technique individuellement en insistant sur les conditions qu'il faut remplir pour favoriser une bonne utilisation de l'azote et, par le fait même, en réduire les pertes éventuelles.

Il n'existe pas de méthode unique qui donne des résultats entièrement satisfaisants. La gestion de l'ensemencement, la destruction des mauvaises herbes et l'apport équilibré de substances nutritives sont toutes des techniques nécessaires et, lorsque couplées aux techniques de base de lutte contre l'érosion du sol et de conservation de l'humidité, permettent d'utiliser l'azote de façon efficace.

D'autres techniques essentielles doivent être mises à contribution dans le but de tirer parti des réserves d'azote du sol et d'empêcher que cette substance nutritive descende plus bas que la rhizosphère. Il s'agit pour cela de réduire substantiellement les jachères d'été, de cultiver des plantes d'hiver annuelles, d'augmenter la culture de plantes fourragères pérennes et de légumineuses dans la rotation, de recourir à des méthodes de culture permettant un enracinement optimal, de travailler le moins possible le sol et de prolonger les rotations.

37. Lee, Linda K. 1980. "The Impact of Landownership Factors on Soil Conservation." American Journal of Agricultural Economics, décembre, p. 1070 - 1076.

L'étude porte sur l'influence de la structure organisationnelle des propriétés foncières sur l'érosion du sol aux États-Unis, à l'échelon régional comme à l'échelon national. Si des différences significatives étaient établies entre les groupes de propriétaires fonciers, des politiques de conservation plus efficaces pourraient être élaborées et mises en vigueur.

L'analyse des variables clés de la propriété foncière dans l'hypothèse où elles influent sur l'érosion du sol (soit, le genre de structure organisationelle, le revenu et les caractéristiques du régime foncier), apporte certaines précisions sur les répercussions du mode d'occupation des terres sur la conservation du sol. Les résultats démontrent qu'il n'existe, au niveau national, aucune différence significative en ce qui a trait aux pertes moyennes de sol arable entre les différents groupes de propriétaires fonciers. Il en va de même, tant au point de vue national que dans la plupart des régions, pour les pertes par érosion. Au contraire, les auteurs constatent que les propriétaires fonciers mieux nantis subissent moins de pertes par érosion que les propriétaires moins fortunés du fait que les premiers possèdent des terres moins érodables et emploient davantage de techniques de conservation. Toutefois, dans les régions fortement marquées par l'érosion, cette différence disparaît, ce qui prouve que seuls les revenus élevés ne suffisent pas à améliorer les techniques de gestion. Il faut tenir compte d'autres facteurs comme l'attitude des propriétaires face à la conservation du sol lorsqu'il s'agit d'expliquer l'écart observé parmi les groupes de régimes fonciers. Le document démontre également que le rapport entre le revenu agricole net et l'érosion est différent pour les locataires et les propriétaires associés d'une part et les propriétaires-exploitants d'autre part.

Ainsi, les auteurs font la mise en garde suivante, à savoir que les politiques d'encouragement économique axées sur la conservation des sols peuvent avoir des conséquences différentes selon les régimes fonciers. Même si dans un contexte national les facteurs reliés à la propriété foncière semblent n'avoir aucun effet sur la conservation du sol, la présente analyse établit des différences régionales, tout au moins en ce qui a trait au revenu et au mode d'occupation. (Voir également le document n° 65).

38. Lilley, John. 1982. Dryland Salinity in Alberta. Conseil de l'environnement de l'Alberta, ECA82-17/IB13. Edmonton. 39 pages.

Lilley étudie les causes sous-jacentes aux infiltrations salines et décrit l'étendue et l'importance des infiltrations salines en Alberta. Il analyse les problèmes que pose l'adoption de mesures de lutte contre les infiltrations salines, les répercussions connexes et les résultats obtenus. Il souligne l'absence de mesures généralisées de remise en état des terres et fait ressortir le besoin d'une intervention coordonnée et bien planifiée de la part du gouvernement pour encourager la remise en état des terres perturbées par les infiltrations salines.

L'aggravation du problème de salinisation des terres sèches est, semble-t-il, attribuable en grande partie à la mise en jachère d'été de grandes superficies de terre, ce qui entraîne des pertes de rendement, un travail du sol accru et une augmentation des apports de matériaux. L'auteur est d'avis qu'il faut recourir aux correctifs suivants:

1) installation de réseaux de drainage superficiels ou souterrains de manière à réduire les infiltrations souterraines à des endroits précis ou à améliorer le drainage des zones d'infiltration;

2) remise en culture ou culture de plantes à forte capacité d'absorption de l'eau, de manière à réduire les infiltrations ou à augmenter la quantité d'eau extraite des zones d'infiltration.

Ces techniques ne sont toutefois pas répandues à cause de leur coût élevé, du manque d'aide financière, de l'incertitude entourant les résultats et de la longueur du processus de remise en état complète des terres salines non irriguées. La culture de plantes à forte capacité d'absorption de l'eau n'éveille pas un grand intérêt chez les agriculteurs du fait qu'elle comporte des inconvénients pour les exploitations céréalières, qu'elle exige d'autres pièces d'équipement et aussi, parce que les demandes sont faibles pour ces denrées.

Il existe plusieurs façons d'améliorer les terres salines non irriguées: il peut s'agir de mesures gouvernementales directes ou indirectes visant à encourager la réduction des jachères d'été, l'installation de réseaux de drainage souterrains et la culture de plantes à forte capacité d'absorption de l'eau. La hausse soutenue de la valeur des terres agricoles, qui s'avère un moyen de stimuler fortement la remise en état des zones halomorphes improductives constitue peut-être la meilleure solution.

39. Lindwall, C.W. 1977. "Crop Residue Management To Prevent Wind Erosion and Conserve Soil Moisture." Soil Conservation, Reclamation and Research. Deliberations de l'atelier albertain sur la science du sol, février. Edmonton. p. 81-92.

L'accentuation de l'érosion éolienne dans le sud de l'Alberta met en relief le besoin constant d'opter pour des mesures efficaces de lutte à l'érosion. L'auteur analyse les répercussions positives et négatives résultant des techniques classiques du travail de la terre, du labour léger et de la culture sans labour, en se fondant sur des études sur le terrain menées dix années auparavant. Il discute des effets qu'ont ces méthodes culturales sur la rétention de l'humidité dans le sol, sur la quantité et la qualité des résidus de culture, sur la stabilité des agrégats et sur la croissance des mauvaises herbes; il examine aussi l'impact de l'utilisation de ces techniques sur le rendement des récoltes.

Les méthodes culturales traditionnelles semblent accentuer l'érosion du sol. La jachère avec produits chimiques constitue la meilleure protection contre ce phénomène puisqu'elle utilise les résidus de culture et accroît la conservation de l'humidité. Les taux d'évaporation sont habituellement trop élevés pendant l'été, saison où l'on pratique les jachères, de sorte qu'il est difficile de procéder au labour classique ou au labour léger et de conserver plus de 20 p. 100 de l'eau de pluie tombée au cours de cette période. Les champs où l'on a pratiqué la jachère avec produits chimiques peuvent également souffrir de l'érosion s'ils ne sont pas recouverts d'une couche suffisante de résidus. Les méthodes de gestion de la neige semblent constituer le moyen le plus efficace et commode d'augmenter les réserves d'eau dans les régions où les chutes de neige sont assez importantes. D'autre part, c'est la région qui profiterait le plus des techniques de gestion de la neige qui peut le moins les utiliser en raison du manque de neige.

Même si plusieurs études démontrent que le travail de la terre entraîne une dégradation des propriétés physiques du sol, Lindwall est d'avis que le labour et la culture sans labour peuvent nuire à la stabilité des agrégats. Toutefois, les champs sur lesquels on a pratiqué un labour léger ou le non-labour conservent toujours une plus grande quantité d'eau et produisent davantage que les champs qui ont été labourés de façon conventionnelle, ce qui contredit les opinions émises plus haut. Selon l'auteur, les bons rendements obtenus pour la culture de variétés de plantes améliorées et grâce à l'épandage d'engrais peuvent avoir masqué les problèmes de fertilité et de structure des sols. A son avis, la culture sans labour aurait son utilité dans la culture de plantes adaptées au degré d'humidité du sol, c'est-à-dire à un moment où les réserves d'humidité seraient suffisantes, ce qui contribuerait à réduire sensiblement la superficie des jachères d'été et, du même coup, les superficies de sol érodable.

Lindwall conclut en soulignant que les facteurs extrêmement variables comme la température, les caractéristiques du sol et la présence et le type de mauvaises herbes, rendent difficile, sinon impossible, l'adoption d'une technique de labour qui maximise toujours les conditions essentielles à un rendement optimal. Il croit toutefois qu'une méthode de labour axée sur la conservation maximale du sol et de l'eau devrait donner de meilleurs rendements, et ce, de façon plus régulière.

40. Lindwall, C.W. et S. Dubetz. 1984. "Conservation Tillage." Soil Erosion and Land Degradation. Déliberations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 121-129.

Les mesures de conservation du sol ont évolué depuis l'adoption de mesures de lutte à l'érosion comme la culture en bandes, la jachère avec produits chimiques, la remise en culture et la culture continue pour en arriver au labour léger et à la culture sans labour. Les auteurs analysent les avantages et les inconvénients associés à chaque méthode de culture se penchent sur leurs répercussions sur la qualité et la productivité du sol. Ils présentent donc une évaluation détaillée de l'impact des méthodes culturales sur les ressources du sol dans le but de sensibiliser davantage le public à l'importance que revêt la conservation du sol.

L'érosion du sol, la perte d'éléments nutritifs ainsi que la salinisation accrue du sol sont en grande partie attribuables au labourage plus intensif des terres associé aux jachères d'été. Même si la technique de jachère avec produits chimiques a pour effet d'alléger le labour des terres en jachère d'été et par le fait même de restreindre l'érosion et la perte de fertilité qui en découle, la remise en culture et la culture continue semblent offrir le meilleur moyen de conserver la productivité du sol. L'utilisation

efficace de ces techniques permettra de tirer le maximum des faibles précipitations reçues très irrégulièrement dans les régions semi-arides des Prairies, tout en minimisant les problèmes qu'entraînent la salinité des terres non irriguées et l'érosion du sol. Le labour léger et la culture sans labour pourraient permettre de réduire l'érosion hydrique et éolienne, et les besoins énergétiques et accroître la rétention d'eau. Toutefois, les nombreux problèmes associés à la culture sans labour justifient des recherches plus poussées dans le but d'en analyser les avantages. Néanmoins, la culture sans labour adoptée avec succès et pratiquée même sur de petites superficies démontre que de nombreux types de sol des Prairies exigent peu ou pas de travail de labour pour être productifs.

Il n'existe à peu près aucun stimulant économique direct qui favorise l'adoption de mesures de lutte à l'érosion. Comme c'est la société tout entière qui souffrira en définitive de cet état de fait, les gouvernements devraient saisir l'occasion pour subventionner la mise en application de mesures de conservation du sol et pénaliser ceux qui utilisent des méthodes entraînant la dégradation des sols. L'amélioration continue des méthodes de labour léger finira par donner des résultats qui justifieront pleinement leur utilisation, à savoir des rendements égaux ou supérieurs et des économies de temps, de travail et d'énergie.

41. Lok, S. Chris. 1983. "Soil Erosion and the Sustainability of Agricultural Production." Proceedings, Canadian Society of Agricultural Economics. Truro (Nouvelle-Écosse). p. 30-38.

L'érosion du sol menace le potentiel agricole du Canada. L'auteur se penche ici sur l'ampleur du problème et décrit les nombreuses causes qui sont à l'origine de l'augmentation de l'érosion du sol, ainsi que les contraintes économiques qui retardent l'adoption des méthodes de conservation suggérées. Lok évalue l'influence des politiques et programmes actuels et définit les inconvénients qu'ils suscitent. Il préconise une approche rationnelle, documentée et intégrée en vue de créer un milieu financier, commercial, technologique et politique qui favorise la viabilité de l'agriculture.

Dans les Prairies, les jachères d'été extensives et l'utilisation de machines aratoires plus rapides ont accru l'érosion hydrique et éolienne. Cependant, la culture de variétés améliorées de plantes, la machinerie plus efficace et l'utilisation accrue d'engrais, d'herbicides et d'insecticides ont masqué les répercussions défavorables de l'érosion sur les rendements agricoles. Il a été extrêmement difficile de justifier et de mettre en vigueur des mesures de planification à long terme, comme la conservation du sol, à cause de la demande commerciale et des exigences de production. Les producteurs ont limité leurs investissements à des activités immédiatement rentables. De plus, la nouvelle technologie agricole,

qui a donné des instruments aratoires plus puissants, par exemple, a éliminé les techniques traditionnelles de conservation du sol comme le labour suivant les courbes de niveau et la culture en terrasses. Malgré l'appui des gouvernements fédéral et provinciaux en matière de conservation du sol, la politique et les programmes actuels ne visent pas spécifiquement à combattre l'érosion ou à solutionner les autres problèmes liés à la dégradation des terres. En fait, c'est la volonté politique de résoudre le problème qui fait défaut. Il n'existe aucune mesure de soutien indirect à la conservation des sols, que ce soit sous forme de crédits, de fonds de stabilisation ou d'autres mesures. Les producteurs ne peuvent et ne doivent à eux seuls solutionner le problème: le public doit y être sensibilisé et assumer sa part de responsabilités.

42. MacKenzie, J.G. 1968. "Economics of Grain-Fallow Rotations and Fertilizer Use in the Prairie Provinces." Économie agricole au Canada, 3: 3, août 15-27.

En dépit des avantages attribués à la jachère d'été, MacKenzie démontre que dès 1968, on s'inquiétait des inconvénients qu'elle présentait. La terre en jachère perd une partie de ses matières organiques et de sa couche de résidus, et sa surface est exposée à l'érosion hydrique et éolienne. De plus, une grande superficie de sol amendé reste au repos chaque année. Le présent document étudie donc la possibilité de diminuer ou même d'éliminer la jachère d'été. L'auteur soutient que les innovations apportées dans le domaine de l'agriculture, les changements technologiques et les nouvelles techniques, y compris l'emploi d'engrais, font en sorte qu'il est possible d'obtenir du sol des rendements égaux ou supérieurs, à ceux obtenus avec les jachères. Cette perspective économique permet également d'évaluer les répercussions qu'aurait l'utilisation accrue d'engrais et d'autres techniques de production sur la durée des rotations, leur coût et leur rendement net. Trois facteurs influent sur la diminution possible des superficies en jachère et sur l'extension de la superficie semée sur chaumes:

1) les coûts de production par hectare cultivé variant avec les diverses méthodes de culture;

2) le rendement de la culture de plantes à chaume par rapport aux

rendements des champs mis en jachère;

3) le prix du blé.

A moins qu'il ne retire de cette méthode un gain substantiel, mesuré à partir des revenus nets par unité de superficie cultivée, l'agriculteur aura tendance, de l'avis de l'auteur, à conserver son équipement et à poursuivre la rotation jachère-blé. Cependant, des rendements accrus de blé attribués à l'application d'une plus grande quantité d'engrais et à d'autres innovations, ou encore l'augmentation du prix du blé inciteraient les agriculteurs à remplacer les jachères d'été par la rotation des cultures sur de plus grandes superficies.

43. Manitoba-North Dakota Zero Till Farmers Association. 1983. Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord, en janvier. Brandon (Manitoba). 160 pages.

La Manitoba-North Dakota Zero Till Farmers Association (association des agriculteurs du Manitoba et du Dakota du Nord qui pratiquent le non-labour) préconise la culture sans labour comme méthode de gestion capable de freiner l'érosion du sol et de favoriser l'accumulation de matière organique dans le sol. Les documents donnent pour la plupart des renseignements d'ordre technique sur les avantages et les inconvénients qu'offrent certains outils et certaines machines aratoires nécessaires ou utiles au labour léger. D'autres articles traitent 1) des caractéristiques et de l'utilisation des herbicides, 2) de la fabrication et de l'utilisation des engrais, 3) de la lutte contre les maladies causées par les produits chimiques et contre les insectes qui attaquent les cultures sans labour 4) des progammes de gestion pour la production de blé d'hiver et de tournesol dans un système de culture sans labour et 5) de l'utilisation des chaumes et des lisières non labourées des champs.

Trois articles étudient plus en profondeur la culture sans labour qui constituerait une solution au problème de la dégradation des sols. Voir Foss (1983, n° 25, Campbell (1983, n° 10) et Nicolaichuk et Dyck (1983, n° 54).

44. Massee, T.W. 1983. "Conservation Tillage Obstacles on Dryland." Journal of Soil and Water Conservation, juillet-août, p. 339-341.

La mise à l'essai du labour de conservation peut se solder par une diminution du rendement des cultures. Dans son document, Massee évalue les facteurs qui influent sur la baisse de production: l'humidité, la structure, la température et la fertilité du sol; les effets phytotoxiques; la destruction des mauvaises herbes; les maladies des plantes et la lutte contre les insectes et les rongeurs.

Dans les zones de terres non irriguées, la quantité restreinte de débris végétaux provenant de la culture du blé diminue la capacité de rétention d'eau du sol. Massee est d'avis que le labour de conservation peut contribuer à améliorer la structure du sol et à augmenter sa teneur en humidité. Un sol rendu plus frais par la couche de résidus végétaux qui la recouvre n'empêche nullement la culture du blé. Même si le labour de conservation entraîne un besoin accru d'azote pour que les rendements obtenus se comparent à ceux obtenus avec d'autres méthodes de labourage, l'application en bandes d'engrais azotés favorise la reprise de la production.

Les effets phytotoxiques de la décomposition des résidus, les maladies des plantes dans certaines régions bien délimitées et les contraintes qu'imposent les instruments d'ensemencement et de fertilisation constituent certains des obstacles à la pratique du labourage de conservation; ces obstacles pourraient être levés par l'utilisation adéquate des résidus et des engrais. La culture du blé en rangs largement espacés offre plusieurs avantages en faveur du labour de conservation, soit une diminution des effets phytotoxiques et de la prolifération des mauvaises herbes et des insectes.

45. McConnell, Kenneth E. 1983. "An Economic Model of Soil Conservation." American Journal of Agricultural Economics, février, p. 83-89.

Le document présente un modèle économique de production agricole en vue de définir la différence qui existe entre l'opinion que se fait chaque personne et celle de la société en matière d'utilisation du sol. McConnell tient compte uniquement du facteur d'épuisement du sol et fait abstraction de la perturbation du milieu causée par l'érosion, en déclarant que les conséquences de l'érosion sur la société et sur l'individu en particulier sont les mêmes, quel que soit le mode d'exploitation agricole. Les résultats de son étude indiquent que le marché des valeurs (les terres, les instruments aratoires, etc.) sera responsable des effets de l'érosion du sol sur le potentiel agricole, quelle que soit l'importance de cette érosion. L'auteur considère que la pollution de l'eau et non pas le potentiel agricole futur, constitue l'une des plus graves répercussions de l'érosion du sol. Il déclare en conclusion qu'il faut adopter des mesures de contrôle de l'érosion seulement lorsque le phénomène est une source importante de pollution. On aura toutefois intérêt à diffuser des renseignements sur la profondeur du sol, élément important de l'érosion, et sur sa valeur économique, et à étudier l'impact de la profondeur du sol érodé sur la valeur des fermes.

46. McGill, W.B. 1982. Soil Fertility and Land Productivity in Alberta. Conseil de l'environnement de l'Alberta, ECA82-17/1B16. Edmonton. 123 pages.

L'auteur passe en revue toutes les composantes du sol et du paysage et qui ont un effet sur la productivité du sol. Il étudie comment les pratiques culturales euvent modifier favorablement ou défavorablement ces composantes, et ce, à court ou à long terme. Il examine les facteurs qui influent sur la productivité, soit la topographie, la température, l'eau, les caractéristiques propres au profil et à la structure des sols, la profondeur du sol, la profondeur du sol jusqu'à l'assise rocheuse, l'acidité du sol, la teneur du sol en sels et en matières organiques.

McGill analyse comment les activités anthropiques, comme le labour, la jachère d'été, l'épandage d'engrais, de fumier et d'insecticides, le chaulage, l'installation de tuyaux de drainage, l'irrigation, le déversement des eaux usées et l'évacuation des boues perturbent les terres. Il traite également de l'importance des changements attribuables à la salinisation, à l'acidification, aux pertes de matières organiques et de substances nutritives, à la contamination chimique et à l'érosion, ainsi que des résultats obtenus par diverses méthodes de gestion. Dans la dernière partie du document comportant les résultats de recherches antérieures, l'auteur évalue le rôle de la recherche dans le cadre de la conservation des

terres agricoles et traite de l'établissements des priorités.

L'auteur conclut que les techniques de gestion ont contribué à améliorer grandement la productivité des terres et la fertilité du sol de nombreuses exploitations agricoles, grâce à l'adoption de bonnes méthodes de conservation. Toutefois, la dégradation des terres s'accentue du fait qu'un certain nombre d'agriculteurs refusent de mettre en pratique ces techniques, que la Soil Conservation Act de l'Alberta est difficile à appliquer tout comme la politique d'exportation des céréales et le système des quotas fixé pour la production de céréales.

47. McGill, W.B. 1984. "Soil Conservation Requires Agricultural Systems Research." Soil Erosion and Land Degradation. Deliberations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 241-248.

La dégradation des terres dans l'Ouest du Canada résulte d'un système de culture et de gestion des terres axé sur la recherche de profits à court terme. Essentiellement, les difficultés sont les suivantes:

1) une conception erronée et un rapport inexact entre les données biophysiques et les analyses économiques;

2) des technologies incompatibles;

3) des problèmes issus des technologies globales, c'est-à-dire la conservation des sols envisagée comme un produit commercial.

Il est essentiel de poursuivre les recherches sur la conservation des sols, afin de s'assurer que les techniques dans ce domaine sont compatibles avec un régime agricole donné et que l'ensemble des régimes agricoles favorise la conservation des sols. Il s'agit donc de mettre au point des régimes agricoles axés essentiellement sur l'optimisation et la conservation des terres.

L'auteur fait ressortir le besoin d'élaborer des solutions de rechange intégrées et réalisables ainsi que des modifications à apporter à la politique pour qu'elle véhicule le désir de voir prospérer ces régimes dans l'Ouest du pays. Il pourrait s'agir de

l'intégration plus étroite de l'élevage des bestiaux et de la culture des céréales, régime qui améliorerait la qualité du sol et favoriserait la production de céréales, de sorte que les deux groupes de produits ainsi que les ressources de base en tireraient profit. On pourrait aussi penser à former un groupe de spécialistes en matière de régimes de conservation des sols qui réunirait des économistes et des spécialistes des terres poursuivant un même but.

48. McGill, W.B., C.A. Campbell, J.F. Dormaar, E.A. Paul et D.W. Anderson. 1981. "Soil Organic Matter Losses." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Déliberations du dix-huitième atelier sur la science du sol, 24 et 25 février. Edmonton. p. 72-133.

Le présent document décrit les causes et l'importance des pertes de matières organiques résultant des activités agricoles dans les provinces des Prairies, et fait état des répercussions de ces pertes sur la productivité agricole, sur le milieu et sur d'autres processus de dégradation. Il est également question des méthodes actuelles et futures de conservation des matières organiques du sol.

Les pertes de matières organiques ont trois conséquences fondamentales:

1) perte de la source d'éléments nutritifs du sol;

2) détérioration des propriétés physiques du sol;

3) problèmes environnementaux: pollution des eaux souterraines causée par le lessivage de l'azote excédentaire; effet de la dénitrification sur la couche d'ozone; effet de serre dû à une concentration accrue de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

En général, il semble que les pertes de matières organiques que subit le sol accentuent l'écrasement des aggrégats, le tassement du sol, l'érosion, diminuent l'infiltration de l'eau, la capacité de rétention capillaire du sol et favorisent l'encroûtement. Il est possible de conserver une quantité satisfaisante de matières organiques

dans le sol grâce à des apports d'engrais et de fumier. Toutefois, le meilleur moyen de contrecarrer ces effets néfastes consiste à cultiver des plantes qui forment d'abondantes racines, ce que l'on obtient grâce à la rotation de graminées et de légumineuses. Les résidus de culture laissés en surface grâce au labour léger ou au non-labour permettent de conserver les matières organiques du sol; cependant, la couche de résidus doit être suffisante pour que ces techniques soient efficaces. De plus, grâce à une bonne irrigation il est possible de ramener la teneur du sol en matières organiques à un taux supérieur à celui des terres non irriguées; il faut toutefois prendre garde de ne pas lessiver le sol ce qui entraînerait une perte d'éléments nutritifs et la dispersion de la salinité.

Par conséquent, la culture de plantes à système radiculaire profond constitue l'un des meilleurs moyens d'augmenter la teneur du sol en matières organiques. Il faut donc mettre au point de nouveaux procédés biologiques et de nouvelles techniques agricoles destinés à augmenter l'apport de substances nutritives et favoriser leur retour dans le système afin de maintenir d'une manière économique la teneur du sol en matières organiques.

49. McGill, W.B. et P.B. Hoyt. 1977. "Effect of Forages and Rotation Management on Soil Organic Matter." Soil Conservation, Reclamation and Research. Délibérations de l'atelier albertain de la science du sol, février. Edmonton. p. 33-80.

Le présent document étudie le rôle des matières organiques dans la composition du sol, en établit la provenance et analyse les incidences qu'ont les méthodes de gestion et de conservation du sol sur la teneur en matières organiques des sols des Prairies. Il traite de façon détaillée de la menace que représente la baisse de matières organiques dans le sol.

Même si la quantité de matières organiques dans la majorité des sols des Prairies n'a pas atteint des niveaux alarmants, le rendement a été plus que trois fois inférieur au potentiel agricole du sol de cette partie du pays. Les auteurs analysent à l'aide d'un modèle les répercussions de la rotation des cultures sur la quantité de matières organiques dans le sol. En général, la rotation de cultures de plantes à système radiculaire développé a les meilleurs effets sur un sol pauvre en matières organiques. Il semble que la culture des plantes fourragères pendant le cycle de rotation soit responsable des avantages à plus long terme qu'apporte cette technique sur la teneur du sol en matières organiques (par la production et la décomposition de racines). Ainsi, la mise en jachère n'est pas avantageuse, contrairement à la culture des légumineuses et des

plantes fourragères. Le fumier apporte peu d'éléments supplémentaires que ne peuvent déjà fournir les engrais commerciaux. La culture de plantes demeure donc la meilleure méthode de conservation et de remise à l'état du sol. Même si les rotations de cultures sur de courtes périodes sont les plus aptes à empêcher l'accumulation d'azote fixé sous forme organique dans le sol, les auteurs sont d'avis que des rotations plus longues contribuent davantage à conserver à long terme la teneur en matières organiques du sol.

50. Michalski, L.A. 1977. "Organic Soils in Eastern Manitoba." Proceedings, Manitoba Soil Science Meeting, 7 et 8 décembre. Winnipeg. p. 121-126.

Les sols organiques constituent une importante ressource pour l'agriculture dans l'est du Manitoba. Des problèmes reliés au rendement se posent parce que les sols tourbeux sont plus froids que les sols minéraux. Les méthodes actuelles de gestion sont probablement à l'origine des pertes de matières organiques. Le document en titre expose les difficultés associées à la culture des sols organiques et décrit les répercussions découlant des méthodes de gestion actuelles, sans toutefois formuler de suggestions pour y remédier.

La majorité des agriculteurs pensent que le brûlage est le seul moyen de convertir les champs tourbeux à la culture, surtout pour les céréales. Toutefois, le brûlage excessif non seulement réduit la teneur du sol en matières organiques, mais aussi expose le sous-sol qui s'avère souvent difficile à labourer ou à cultiver avec les méthodes courantes. Il est étonnant de constater qu'une forte proportion d'agriculteurs estime que les cendres de tourbe amendent suffisamment le sol, sans qu'il ne soit besoin d'ajouter des engrais commerciaux; par conséquent, ils préconisent le brûlage des champs. Les dangers que comportent les feux de tourbe et les dommages qu'ils ont causés ou pourraient causer à l'environnement ont incité le gouvernement à imposer des restrictions

sur le brûlage des tourbières. Il faut élaborer de toute urgence des solutions de rechange aux problèmes que pose la culture des sols organiques du Manitoba. Qu'elle soit axée sur l'étude de nouvelles techniques de labour ou l'identification de nouvelles cultures rentables, la recherche doit absolument se poursuivre dans ce domaine afin de trouver des solutions satisfaisantes pour l'agriculteur comme pour le partisan de la conservation des sols.

51. Nicholaichuk, W. 1980. "Snow Management to Provide Additional Water For Agriculture." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 38 pages.

Nicholaichuk examine les progrès réalisés dans le domaine de la gestion de la neige et étudie la façon dont on pourrait utiliser cette ressource en vue d'atteindre les objectifs de rendement agricole fixés pour 1990 par la Commission canadienne du blé. L'auteur analyse les aspects climatologiques et hydrologiques de la neige et plus particulièrement leurs effets sur le potentiel nival qui pourrait être exploité à des fins agronomiques dans les Prairies. Lorsqu'il s'agit de planifier la gestion de la neige, il faut tenir compte de la quantité de neige très variable que reçoit la plus grande partie des Prairies. L'auteur décrit en détail les types de pare-neige qui absorbent ou non une partie de l'eau du sol et évalue les méthodes de gestion de la neige les plus économiques; l'utilisation des chaumes et les coupe-vent végétaux semblent être les plus efficaces.

Le document présente trois solutions dans le cadre des objectifs de rendement pour 1990:

1) application des techniques de gestion de la neige en vue d'augmenter la production de blé d'hiver;

2) réduction des jachères d'été par l'extension de la rotation des

cultures, ce qui a également pour effet de réduire la salinité;

3) augmentation du rendement des terres cultivées grâce à la gestion de la neige.

52. Nicholaichuk, W. 1982. "Snow Management for Salinity Control?" Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: Rationalization of Water and Soil Research and Management," du 29 novembre au 2 décembre 1982. Lethbridge (Alberta). p. 233-257.

La faible quantité d'eau assimilée par le sol lorsqu'on pratique la rotation blé-jachère est en grande partie responsable de la dispersion de la salinité et des pertes de matières organiques dans les Prairies. De nouvelles techniques d'utilisation du sol s'avèrent donc essentielles à l'amélioration du patrimoine agricole; celle que l'auteur propose ici est l'extension de la rotation des cultures.

C'est la gestion de la neige qui contribuerait le mieux à développer les modes de culture dans les Prairies canadiennes, en stabilisant la production agricole grâce à une meilleure gestion de l'eau. Nicholaichuk passe en revue certains concepts de la gestion de la neige adaptables aux conditions qui prévalent dans les Prairies et tente de démontrer qu'il existe des techniques pour ce faire. Il décrit en détails les types de pare-neige qui absorbent ou non une partie de l'eau du sol. A son avis, l'utilisation des chaumes pour retenir la neige constitue le meilleur moyen de fournir aux cultures le surplus d'eau dont elles ont besoin.

Le rendement accru grâce à l'extension des cultures, auquel s'ajoute une diminution de la salinité et des pertes

de matières organiques, représente un stimulant économique qui devrait inciter les producteurs à mettre en pratique la gestion de la neige.

53. Nicholaichuk, W. 1983. "Current Conservation Technology in Saskatchewan." Proceedings, Saskatchewan Soils -- A Fragile Resource. 7-8 avril. Regina. 12 pages.

Les techniques conventionnelles de mise en jachère d'été ont un effet défavorable sur les ressources agricoles et hydriques; la faible capacité de rétention capillaire du sol favorise une augmentation de l'érosion et de la salinité. L'auteur étudie les techniques de gestion disponibles pour contrecarrer les effets de cette forme de dégradation en abordant les aspects d'une meilleure utilisation de l'eau, de la destruction des mauvaises herbes, de la conservation de la teneur du sol en matières organiques et de l'augmentation du rendement agricole en vue de répondre à la demande mondiale.

Les techniques de labour léger et de non-labour contribuent à accroître la conservation de l'eau et à réduire l'érosion. Toutefois, la diversification des cultures, associée à la monoculture, permet de mieux utiliser les réserves d'eau. La rétention de la neige par les chaumes s'avère le meilleur moyen d'obtenir des réserves d'eau supplémentaires qui serviront à augmenter le rendement des terres ensemencées sur chaume et permettront de mettre en pratique des techniques d'utilisation des terres tout à fait nouvelles. De même, tout indique que la culture du blé d'hiver devrait permettre une meilleure assimilation de l'eau tout en donnant un rendement amélioré. La

culture sans labour et l'extension des cultures demeurent néanmoins une solution de rechange à la diversification des cultures, tout en utilisant à meilleur escient l'humidité du sol et en améliorant sa teneur en matières organiques. Il faudra donc délaisser la monoculture traditionnelle du blé de printemps pour pouvoir détruire efficacement les mauvaises herbes sur les terres ensemencées sur chaume. Dans la conjoncture économique actuelle, tous les producteurs ne sont pas disposés à assumer le risque que présentent ces techniques sans en connaître davantage, surtout en ce qui a trait aux implications financières. Les organismes comme l'ARAP et les responsables provinciaux en matière de conservation devraient promouvoir des méthodes de contrôle.

54. Nicholaichuk, W. et F.B. Dyck. 1983. "Soil Moisture Management." Zero Tillage. Délibérations du cinquième atelier sur le non-labour réunissant le Manitoba et le Dakota du Nord, Janvier. Brandon (Manitoba). p. 89-104.

Les techniques conventionnelles de mise en jachère d'été ont entraîné dans les Prairies canadiennes la salinisation du sol et des pertes de matières organiques. Les auteurs expliquent comment la mise en jachère d'été était nécessaire à l'origine pour conserver l'humidité du sol des grandes plaines dont la vocation principale est la culture du blé. Ils revoient un certain nombre de méthodes de gestion améliorées et leurs résultats dans le domaine de la conservation de l'humidité, dont la gestion de la neige, le labour léger et la culture sans labour. Ils croient que la rétention de la neige au moyen des chaumes constitue le meilleur moyen d'obtenir une plus grande quantité d'eau. Suit une description détaillée mais concise des divers types de pare-neige qui absorbent ou non une partie de l'eau du sol et de leur efficacité à retenir, à répartir et à conserver la neige dans les champs. Dans leur conclusion, ils soulignent que le non-labour et plus particulièrement l'utilisation des chaumes debout, peuvent remplacer la diversification des cultures tout en augmentant l'utilisation efficace de l'eau dans le sol des Prairies. (Voir également le document n° 43).

55. Pelton, W.L. 1980. "Tillage for Cereal Crop Production." Proceedings, Prairie Production Symposium: Soils and Land Resources. Comité consultatif de la Commission canadienne du blé. Saskatoon. 28 pages.

L'auteur présente la technique de la culture sans labour comme étant une solution intéressante, comparativement aux autres méthodes classiques, dans un contexte où les coûts de la main-d'oeuvre, du carburant, de la machinerie et de la terre augmentent, et où la conservation et l'utilisation rationnelle des ressources naturelles sont de la plus haute importance. Il poursuit en décrivant l'évolution des techniques de labour utilisées jusqu'à nos jours dans les Prairies canadiennes, ce qui permet d'évaluer plus précisément les avantages et les inconvénients des méthodes conventionnelles, du labour léger et de la culture sans labour. Pelton traite en détail des problèmes reliés à la culture sans labour et aborde les questions de l'utilisation des résidus, de la destruction des mauvaises herbes, de l'ensemencement, des sols, des insectes, des maladies ainsi que l'aspect économique du non-labour.

Les effets défavorables de la rotation jachère-culture mettent en évidence l'importance économique de la productivité du sol. Il semble que les techniques modernes ne réussiront qu'à accroître de moitié la production exigée pour répondre à la demande projetée pour 1990. Cela signifie qu'une partie substantielle du surplus de production nécessaire doit provenir d'une plus grande superficie de culture, impliquant par le fait même une réduction accrue des jachères d'été. La culture sans labour constitue peut-être la solution. Si cette technique peut contribuer à accroître la conservation de l'humidité dans le sol, elle ralentira le processus de salinisation des terres non irriguées tout en favorisant l'augmentation de production escomptée, dans la mesure où le marché est ouvert et les quotas sont fixés en conséquence. Il faut toutefois poursuivre les recherches en vue d'établir quelles sont les régions qui répondent le mieux à la culture sans labour, et d'améliorer le matériel d'ensemencement et de pulvérisation. D'autres recherches doivent porter sur les problèmes actuels et éventuels que posent la destruction des mauvaises herbes, la fertilisation, les propriétés physiques et chimiques du sol, les effets phytotoxiques des résidus végétaux ainsi que la lutte contre les insectes et les maladies. Il faut avant tout examiner les répercussions économiques du non-labour.

56. Penney, D.C., M. Wyborg, P.B. Hoyt, W.A. Rice, B. Siemens et D.H. Laverty. 1977. "An Assessment of the Soil Acidity Problem in Alberta and Northeastern British Columbia." Revue canadienne de la science du sol, 57: 157-164.

Dans le présent document, les auteurs évaluent l'importance de l'acidité du sol dans tout le secteur de la région de la Rivière de la Paix en Alberta et en Colombie-Britannique et présentent les résutlats obtenus des apports de chaux sur le rendement de plusieurs cultures importantes pratiquées dans des parcelles expérimentales de sol acide. On a mesuré le pH de quatre-vingt-huit mille échantillons de sol d'exploitations agricoles et de vingt-huit parcelles expérimentales; les résultats démontrent que l'acidité constitue dans ces régions un problème d'importance. Les auteurs estiment qu'une baisse, même faible, du pH du sol pourrait aggraver considérablement le problème de l'acidité du sol, baisse qu'il faut prévoir si l'on continue à utiliser des engrais azotés, du fait que la technique du chaulage n'est pas mise en application à cause de son coût élevé.

Voici quelques-unes des solutions proposées:

1) éliminer les jachères d'été;

2) procéder à la culture sans labour lorsqu'il s'agit de monoculture;

3) cultiver des plantes fourragères à système radiculaire profond;

4) mettre en pratique les techniques de désalinisation comme le drainage en surface et le drainage souterrain.

On propose également, pour contrer le problème, de diversifier les cultures et de recycler les résidus de culture.

Les conditions économiques récentes ont entraîné une escalade du prix des terres, suscitant ainsi chez les agriculteurs le souci de conserver le sol. Les auteurs demeurent confiants qu'au cours de la prochaine génération, on améliorera grandement les méthodes de gestion du sol et de contrôle de la salinité dans les Prairies. Une population agricole plus stable et sensibilisée davantage à la situation mettra la technologie à profit pour conserver la ressource unique que représente le sol.

57. Pohjakas, K. 1982. "Salt Movement and Salinity in Dryland and Irrigated Soils." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," du 29 novembre au 2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 41-53.

Un examen des facteurs influant sur la salinité du sol permet d'évaluer les techniques de gestion des terres et de contrôle de la salinité dans les Prairies. L'auteur accorde une grande importance à l'attitude de l'agriculteur face à la terre et à la perception qu'a ce dernier du problème de la salinité du sol et aux mesures qu'il compte prendre pour y remédier.

Même s'il existe des mesures préventives et des moyens de contrôle. Les facteurs économiques et d'autres facteurs ayant une influence à court terme ont empêché jusqu'à ce jour de les mettre en application. Tant et aussi longtemps qu'une terre est considérée comme étant essentiellement un bien commercial qui ne dure que l'espace d'une vie ou qui est soumis aux conditions actuelles du marché, les investissements et les améliorations à apporter à long terme dans le domaine de la conservation du sol n'offrent aucun intérêt. Un changement d'attitude envers la terre est aussi important que les connaissances techniques qu'il faut posséder pour mettre en pratique les mesures de stabilisation.

Les méthodes actuelles d'irrigation ont fait augmenter le taux de salinisation du sol. La superficie de terres irriguées augmentera si les objectifs de production sont haussés, ce qui ne fait qu'aggraver le problème de salinité du sol.

58. Administration du rétablissement agricole des Prairies. 1983. Land Degradation and Soil Conservation Issues on the Canadian Prairies. Direction de la conservation du sol et de l'eau, Agriculture Canada. 326 pages.

La dégradation du sol menace le potentiel agricole des Prairies. Cet important rapport de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies en documente la nature et en établit quantitativement la portée et l'ampleur. On y analyse les méthodes de gestion responsables des diverses formes de dégradation du sol et on y évalue les répercussions sur la productivité du sol, sans oublier les conséquences de la dégradation du sol sur l'économie nationale. Les auteurs se penchent également sur le rôle qu'a tenu depuis les années trente l'ARAP en mettant l'accent sur le besoin d'agir rapidement en vue de minimiser les problèmes que suscite actuellement la dégradation du sol. Par la même occasion, on recommande d'élaborer un programme efficace de longue durée sur la conservation du sol.

Les questions clés sont l'aggravation du problème de salinité, l'érosion hydrique et éolienne ainsi que la perte de matières organiques résultant principalement de la jachère d'été et du labour excessif. Diverses mesures de contrôle sont mises de l'avant, dont le labour de conservation et la suppression des jachères (nues), en vue d'atténuer les problèmes de salinité et d'érosion et de conserver pour le sol un haut degré de fertilité et un taux élevé de matières organiques.

D'autres questions reliées à la conservation du sol sont traitées dans ce rapport; il s'agit de l'acidification du sol, de la gestion des sols solonetziques et de la conservation de l'humidité du sol. On attribue principalement l'acidification du sol à l'emploi accru d'engrais sans chaulage complémentaire. La gestion de la neige, l'utilisation des résidus et la réduction de la jachère d'été permettent d'améliorer la conservation de l'humidité du sol.

Le gouvernement devra donc intervenir dans tous les domaines de la conservation du sol: c'est là un besoin fondamental qui peut se traduire par des recherches plus poussées, des efforts concertés en vue de l'adoption de méthodes de conservation du sol et des stimulants économiques offerts aux agriculteurs pour les inciter à mettre sur pied des plans de conservation du sol. Ce sont là des mesures essentielles qui tiennent compte des entraves économiques à court terme qui caractérisent les techniques de conservation du sol.

59. Rennie, D.A. 1982. "The Deteriorating Soils of the Canadian Prairie." Span, 25: 3, 99-101.

La rotation blé-jachère pratiquée habituellement au cours d'une période de deux ans dans les Prairies canadiennes a réduit sensiblement la fertilité du sol, principalement à cause des jachères nues. L'érosion du sol est imputable en grande partie à la mise en jachère qui a accéléré la diminution des matières organiques et a contribué de façon marquante à augmenter la superficie des sols altérés par le sel. Rennie décrit les répercussions de ces changements néfastes sur la qualité du sol dans cette région du pays. Il indique quelles techniques il faut maintenant adopter pour améliorer la qualité du sol et par ricochet conserver la productivité de cette vaste région céréalière d'une importance vitale pour le monde entier.

Au cours des dix dernières années, le coût sans cesse croissant des apports, le prix des céréales et les quotas fixés pour exercer un contrôle sur la production ont encouragé les agriculteurs à avoir largement recours à la jachère d'été. Cette méthode de culture adoptée depuis longtemps et qui utilise mal l'eau est à l'origine de la baisse de plus en plus marquée de la productivité du sol originel. Conséquemment, l'agriculteur doit épandre des quantités beaucoup plus importantes d'engrais azotés pour obtenir des rendements satisfaisants. La production céréalière à bon compte dans l'Ouest du Canada sera bientôt chose du passé.

Étant donné que le sol résiste moins bien à l'érosion, il ne convient plus de laisser sur place les résidus de culture pour servir de paillis de chaume en vue de réduire les risques d'érosion éolienne. Il faut donc penser à élaborer une nouvelle méthode de culture tout à fait différente dont le but essentiel est de maximiser l'utilisation de l'eau et dont les éléments clés sont la gestion de la neige, le labour léger ou la culture sans labour, la jachère avec produits chimiques et les apports optimums d'engrais et d'herbicide. Les recherches en cours établiront si cette méthode est rentable.

60. Rennie, D.A. 1983. "Prairie Farming Systems Will Change Dramatically." Document présenté lors de la conférence sur la vie dans les Prairies canadiennes en l'an 2003, du 13 au 15 octobre. Regina.

Dans le présent document, Rennie traite des diverses composantes de la "méthode de culture de l'avenir axée sur l'utilisation efficace de l'eau". Les méthodes actuelles de rotation culture-jachère ou culture-culture-jachère sont reconnues comme étant des techniques qui utilisent l'eau de façon inefficace, entraînant ainsi une détérioration rapide de la qualité du sol dans les Prairies. Selon l'auteur, l'eau nivale constitue le facteur clé qui contribuera à utiliser plus efficacement l'eau; il recommande donc de mettre à profit les techniques de gestion de la neige, qui auront pour effet de réduire les jachères, de diminuer sensiblement le risque de sécheresse, d'accroître les rendements et d'augmenter la production. Rennie croit en une agriculture durable et prospère dans les Prairies dont le sol conservera sa très haute qualité. Il décrit également d'autres éléments "nouvelle vague" qui favorisent directement l'utilisation efficace de l'eau, par exemple la culture sans labour, l'élimination du labour d'automne, l'augmentation de la culture du blé d'hiver et l'utilisation optimale d'engrais et d'herbicides.

Il existe toutefois certaines contraintes qui font hésiter les agriculteurs à adopter ces nouvelles techniques: les quotas touchant les céréales, de fausses conceptions sur la remise en culture, les assurances agricoles, les restrictions imposées par le transport (politique du nid de corbeau), le manque de programmes d'encouragement économique, les problèmes technologiques que pose la mise en application sur les fermes des résultats des recherches, et le manque de subventions aux fins de recherches dans ce domaine.

61. Rennie, D.A. et J.G. Ellis. 1977. The Shape of Saskatchewan. Publication M41, Institut de pédologie de la Saskatchewan, Université de la Saskatchewan. Saskatoon.

Les auteurs présentent une vue d'ensemble des facteurs influençant le potentiel agricole de la Saskatchewan. Ils expliquent en quoi le climat, le paysage et le sol peuvent limiter le rendement, et analysent brièvement la répartition des classes de sols selon l'Inventaire des terres du Canada pour la Saskatchewan. Les auteurs passent en revue les progrès scientifiques accomplis et responsables des rendements à la hausse obtenus depuis les trente dernières années, enfin, ils analysent en détail les répercussions des façons culturales sur les terres. Même si les rendements agricoles sont à la hausse, il n'en demeure pas moins que la dégradation du sol est un problème épineux en Saskatchewan qui pourrait avoir de graves conséquences pour l'avenir. L'érosion éolienne et hydrique, les pertes de matières organiques et d'azote ainsi que la salinisation du sol constituent les problèmes les plus importants; les auteurs évaluent les causes, les conséquences et la gravité de chacun d'eux. Ils proposent des solutions pour freiner la dégradation du sol et mettent l'accent sur le besoin d'élaborer des lignes directrices sur lesquelles se fonderont les nouvelles techniques de gestion du sol.

La mise en jachère à outrance associée au labour intensif sont les causes apparentes de la baisse croissante de la productivité du sol originel. Les auteurs sont d'avis que tout progrès d'importance nécessiterait une réutilisation de l'eau des précipitations pour alimenter les cultures et éviter des pertes d'eau inutiles. Ils recommandent également d'ajouter régulièrement au sol des résidus de culture, de travailler le moins possible la terre et de réduire les superficies en jachère. Pour enrayer l'appauvrissement du sol, les auteurs proposent d'étendre les cultures et de réduire au strict minimum le labourage des jachères d'été là où cette pratique doit être maintenue pour conserver l'humidité du sol. Ils croient que la mise en jachère d'été, tout comme l'épandage d'engrais, ne doit pas être pratiquée systématiquement, mais seulement lorsque les conditions l'exigent. Ils recommandent aux agriculteurs, et plus particulièrement à ceux des régions plus humides et des régions propices à la salinisation, de pratiquer certaines techniques d'utilisation du sol, principalement la rotation des cultures, en choisissant des plantes adaptées aux conditions du sol et à celles du marché. A leur avis, la culture sans labour et le labour léger sont des méthodes très prometteuses.

62. Rennie, D.A., G.J. Racz et D.K. McBeath. 1976. "Nitrogen Losses." Proceedings, the Western Canada Nitrogen Symposium. Edmonton. p. 326-353.

La culture des terres dans les Prairies a entraîné une baisse de la teneur du sol en azote (N). Le présent document examine les processus qui sont à l'origine de la baisse de fertilité du sol par manque d'azote en analysant les réserves d'azote du sol, en fournissant des données sur la proportion d'azote incorporée du sol par le biais des cultures et en réfléchissant au rôle que jouent les autres processus de dégradation comme le lessivage, la dénitrification et la volatilisation de l'ammoniac. Les techniques actuelles d'utilisation du sol, dont la mise en jachère d'été de grandes superficies, font que l'eau des précipitations pénètre plus profondément dans le sol, ce qui augmente le lessivage de l'azote au niveau de la rhizosphère, et minéralise davantage l'azote du sol. D'autre part, les auteurs sont d'avis que la teneur en azote des sols cultivés de façon plus continue, en supposant qu'ils reçoivent une quantité optimale d'engrais azotés, devrait demeurer relativement constante. Le processus de perte d'azote déjà amorcé pourrait dans l'avenir être enrayé, sauf si les terres sont mal utilisées comme dans le cas des jachères d'été excessives, réactivant alors le processus qui entraîne des pertes substantielles d'azote.

63. Rennie, D.A. et D.B. Wilkinson. 1984. "Water Nitrogen Deficiency and Innovative Farming Practices." Soil Erosion and Land Degradation. Délibérations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 345-356.

Rennie et Wilkinson déclarent que le problème de la dégradation des terres a réduit considérablement les activités agricoles dans l'Ouest du Canada. Ils énumèrent les principaux facteurs responsables de la détérioration de la qualité du sol, notamment l'utilisation excessive des jachères d'été, les pertes de matières organiques et de substances nutritives attribuables à l'érosion et à l'utilisation franchement inefficace de l'eau pour les cultures. Ce dernier élément a entraîné la salinisation marquée de sols agricoles naguère productifs.

Les auteurs se servent des résultats tirés d'expériences sur le terrain menées en Saskatchewan, pour savoir si le problème pourrait être résolu en appliquant de nouvelles techniques de conservation du sol par l'utilisation rationnelle de l'eau, comme l'emploi des chaumes, la gestion de la neige, l'épandage opportun d'herbicides d'automne et des essais pédologiques effectués au début de l'automne. Le labour léger, l'ensemencement hâtif au printemps, le choix de variétés de plantes adaptées et l'utilisation judicieuse des herbicides sont des facteurs très importants. On a constaté

que les techniques de conservation du sol alliant l'utilisation efficace de l'eau ont donné de très bons rendements agricoles, ont augmenté l'humidité du sol nécessaire à la germination et à la fertilisation optimale à l'aide d'engrais azotés, et ont contribué à protéger le sol contre l'érosion et la salinisation. Les auteurs ont formulé les conclusions suivantes:

1) on devrait pouvoir réduire de moitié la superficie en jachère en Saskatchewan;

2) il est possible de capturer l'eau nivale en quantité suffisante; cette réserve d'eau réduirait sensiblement la sécheresse sur les terres cultivées;

3) il est possible d'augmenter de 60 p. 100 le rendement des terres en Saskatchewan;

4) les techniques de conservation du sol intégrées à la nouvelle méthode de rotation réduiraient de beaucoup les effets de l'érosion éolienne et hydrique.

64. Slinkard, A.E. 1984. "The Role of Forages and Legumes in Conservation Tillage Systems." Soil Erosion and Land Degradation. Deliberations de la deuxième conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 337-344.

La culture des légumineuses bonifie le sol de nombreuses façons:

1) par l'augmentation de la quantité d'azote assimilable dans le sol,

2) par l'amélioration de la structure du sol,

3) par l'augmentation des matières organiques dans le sol,

4) par la diminution des pertes d'eau et de l'affaissement du sol,

5) par la réduction du lessivage des substances nutritives,

6) par la baisse de la salinisation,

7) par les rendements accrus des cultures ultérieures.

Malgré tous ces avantages, les agriculteurs des provinces des Prairies utilisent irrégulièrement les légumineuses dans la rotation des cultures. Slinkard étudie de cette hésitation et propose des solutions.

L'auteur est d'avis que la culture conventionnelle des légumineuses n'est pas viable au point de vue économique. Toutefois, la baisse de la teneur du sol en matières organiques, associée à la rétention de la neige, au labour léger, au choix de nouvelles variétés améliorées de légumineuses, à l'ensemencement hâtif, à l'assèchement des tourbières, à la production de blé

d'hiver et à des moyens plus efficaces de lutte contre les mauvaises herbes, ont contribué à améliorer le potentiel économique de la culture des légumineuses dans un système de rotation des cultures. Les résultats de l'étude sur la culture de légumineuses annuelles pour suppléer à la jachère de la majorité des sols chernozémiques bruns et brun foncé sont prometteurs.

Cependant, comme les agriculteurs doivent régulièrement évaluer les avantages qu'ils peuvent retirer à court terme de l'application de nouvelles méthodes, Slinkard signale que la culture en alternance de légumineuses annuelles doit rapporter aux agriculteurs un revenu net supérieur à celui qu'ils retirent de la rotation jachère-blé, sans quoi ils n'opteront pas pour cette méthode. Il est confiant que la méthode sera adoptée dans un avenir rapproché.

65. Soil Conservation Society of America. 1983. "Conservation Tillage : A Special Issue." Journal of Soil and Water Conservation, 38: 3, mai-juin. 320 pages.

Le numéro spécial du journal met en évidence un grand nombre de considérations importantes dans les domaines de l'agronomie et de la gestion des terres, relativement à la pratique du labour de conservation. Quelques articles portent sur les répercussions positives et négatives du labour de conservation sur les ressources pédologiques et hydriques ainsi que sur la qualité du milieu. D'autres, articles portent sur les efforts de vulgarisation déployés en vue de gagner la faveur des agriculteurs au labour de conservation, analysent les expériences d'un certain nombre d'entre eux qui ont adopté le labour de conservation, enfin font état des recherches importantes entreprises dans ce domaine. Cependant, les auteurs reconnaissent que le labour de conservation est complexe et que son application n'est pas des plus simples; c'est là la principale contribution de ce numéro spécial du journal. Les agriculteurs doivent absolument être sensibilisés aux problèmes que posent l'affaissement des sols et la conservation de l'eau; de plus, une communication adéquate devrait s'établir entre les partisans de la conservation du sol, les agriculteurs, les chercheurs et les représentants de l'industrie agro-alimentaire.

Même si le labour de conservation n'est pas une panacée, Myers souligne qu'il

s'agit là de l'un des meilleurs moyens que l'on puisse utiliser pour satisfaire aux priorités nationales dans le domaine de la conservation de l'eau et des sols. Les nombreux avantages qui en découlent, comme la conservation de l'humidité du sol, la diminution de l'érosion et une réduction du travail du sol, favorisent l'adoption de cette technique. Toutefois, Cosper précise que les techniques de labour de conservation ne conviennent pas à tous les types de sol et que les rendements peuvent varier grandement pour certains sols; il faut en outre porter une attention particulière à la gestion des cultures exclues du système classique de labour. De même, Hinkle décrit d'autres problèmes, comme la prolifération des ravageurs, l'hypersensibilité des plantes aux maladies, le besoin d'applications répétées d'herbicides, la résistance des mauvaises herbes et l'apparition de nouvelles espèces de mauvaises herbes. Nowak décrit en détail les divers obstacles qui s'opposent à l'adoption du labour de conservation; il analyse le processus de prise de décision du point de vue de l'agriculteur. Quant à Lee, (voir le document n° 37), il évalue l'influence des régimes fonciers, tandis que Baker et Laflen, Lockeretz et Rodgers et Wooley traitent respectivement des incidences du labour de conservation sur la qualité de l'eau, sur l'énergie et sur la faune. Ritchie et Follett insistent sur le besoin pressant d'accentuer les recherches et d'intensifier les efforts en vue d'éliminer tous ces obstacles. L'article de King démontre toutefois que les récents progrès technologiques réalisés dans le domaine du matériel et de la chimie ont fait du labour de conservation la méthode à adopter pour vaincre efficacement et économiquement l'érosion.

66. Vander Pluym, H. 1982. "Salinity in Western Canada." Soil Salinity. Délibérations de la première conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management," du 29 novembre au 2 décembre. Lethbridge (Alberta). p. 9-23.

Le document en titre traite du grave problème de la salinisation du sol dans l'Ouest du Canada. L'auteur examine les caractéristiques, la formation et l'étendue des terres salines et étudie, tant aux points de vue de leur coût que de leurs avantages, les correctifs à l'infiltration saline des terres irriguées et non irriguées. La salinisation est attribuable à l'eau qui redistribue les sels et provoque leur accumulation. La mise en jachère d'été des terres, une mauvaise irrigation, l'accumulation de l'eau et de la neige à l'aide d'écrans et surtout le bris des agrégats augmentent l'infiltration de l'eau dans les couches profondes du sol, rompant ainsi l'équilibre du réseau hydrologique.

On compte diverses mesures de contrôle de la salinisation du sol; leur coût est toutefois élevé. L'auteur fait les recommandations suivantes en ce qui a trait à la formation de puits salins dans les zones arides:

1) empêcher l'accumulation et l'infiltration de l'eau excédentaire dans les couches profondes du sol, dans la zone d'alimentation, au moyen d'un système de drainage en surface, de la culture de la luzerne et de la culture de plantes adaptées au degré d'humidité du sol (c.-à-d.) cultiver le sol seulement si ses réserves d'humidité sont suffisantes au printemps);

2) abaisser le niveau phréatique dans la zone d'évacuation au moyen d'un système de drainage souterrain et de la culture de plantes résistantes aux sels.

L'auteur favorise la première solution parce qu'elle s'attaque à la base du phénomène, avant qu'il ne devienne excessif.

Même si le gouvernement est en mesure d'accorder une aide technique et financière aux agriculteurs, ce sont eux qui doivent fournir les efforts et le travail nécessaires pour résoudre le problème. Malheureusement, les prix et les marchés céréaliers peu favorables et le manque d'argent qui en découle, empêchent les agriculteurs de se mettre à la tâche.

67. Vander Pluym, H.S.A., B. Paterson et H.M. Holm. 1981. "Degradation by Salinization." Agricultural Land: Our Disappearing Heritage. Délibérations du dix-huitième atelier annuel albertain sur la science du sol, 24 et 25 février. Edmonton. p. 9-40.

Le pacage excessif et le déboisement, le bris des agrégats, la jachère d'été, l'accumulation de l'eau et de la neige, la construction de routes et de barrages ainsi que l'irrigation ont tous contribué à accroître les quantités d'eau "excédentaire" qui s'infiltrent au-delà de la rhizosphère, accélérant ainsi le processus de salinisation des terres. Les auteurs de cette étude exhaustive traitent de l'ampleur et de l'aggravation de la salinisation des terres dans l'Ouest du Canada, exposent les mesures et les programmes existants de lutte contre ce phénomène et abordent les incidences socio-économiques et environnementales de l'extension des zones salines sur l'agricultrue, le patrimoine agricole et les ressources hydriques.

Ils proposent les mêmes mesures de lutte contre les infiltrations salines que celles exposées dans le document n° 66. Celles-ci améliorent la qualité, la productivité et la valeur esthétique des terres. Toutefois, la salinisation de l'eau de drainage peut causer des problèmes de pollution. Même si les difficultés causées par les infiltrations salines n'ont jamais évincé les agriculteurs, ni diminué substantiellement leur revenu, l'intensification de la salinisation et l'augmentation du prix des terres, qui a triplé au cours des dernières années, ont suscité de fortes préoccupations. On propose d'aider financièrement les agriculteurs en ce qui touche les travaux de drainage et la recherche sur les infiltrations salines; ils doivent toutefois connaître l'existence des problèmes et des correctifs à y apporter et doivent être prêts à investir et à fournir un effort personnel dans le but de conserver pour les années à venir les ressources en terres.

69. Zentner, R.P. 1984. "Economics of Soil Conservation in Western Canada." Soil Erosion and Land Degradation. Deliberations de la deuxieme conférence annuelle des provinces de l'Ouest: "Rationalization of Water and Soil Research and Management." Institut de pédologie de la Saskatchewan. Saskatoon. p. 195-219.

Le présent document présente l'une des études les plus complètes sur les aspects économiques suivants de la conservation du sol dans l'Ouest du Canada:

1) les facteurs sociaux et économiques ayant une incidence sur l'intensité de la dégradation du sol, du point de vue de la société et des producteurs;

2) les difficultés associées à l'évaluation à long terme des répercussions économiques de la dégradation du sol;

3) l'ensemble des avantages économiques qu'offre la conservation du sol;

4) les aspects économiques à court terme reliés à l'adoption de quelques techniques de conservation du sol.

Les recherches ont démontré que les rotations accompagnées de longues périodes de jachère, comme la rotation classique jachère-blé échelonnée sur deux ans, accentuent la dégradation du sol par rapport aux systèmes de rotation où la période de culture est plus longue que la période de jachère. De plus, les labours mécaniques importants destinés à détruire les mauvaises herbes sur les terres en jachère d'été et sur les terres cultivées avant l'ensemencement accélèrent la dégradation du sol. Il est essentiel d'avoir des évaluations précises sur les répercussions économiques à long terme de la dégradation du sol pour permettre au producteur de prendre une décision éclairée sur l'utilisation qu'il fera de sa terre et pour guider le gouvernement dans l'élaboration d'une politique d'intérêt public en matière de conservation du sol. Toutefois, les objectifs économiques individuels à court terme prennent souvent le pas sur les avantages sociaux à long terme dans le domaine de la conservation. Les restrictions gouvernementales, comme le système de quotas de livraison des céréales, et les politiques de l'État à l'égard des subventions pour les frais de transport et les programmes de soutien des prix peuvent fausser les conditions du marché, créant ainsi une situation qui encouragerait la poursuite de pratiques conduisant à la dégradation du sol.

Les résultats de recherches indiquent que la société retirerait énormément de l'intensification des efforts dans le domaine de la conservation du sol. Les rendements économiques à court terme découlant de cultures plus intensives ainsi que les techniques de labour léger et de culture sans labour sont très prometteurs. L'utilisation judicieuse de chaumes et la mise en pratique des méthodes recommandées pour l'épandage des engrais et des herbicides permettraient aux producteurs qui cultivent des sols bruns d'augmenter leurs profits du fait qu'ils pourraient s'adonner à des cultures plus intensives. Toutefois, le manque de stimulants économiques supplémentaires contribue à reporter l'adoption de cette technologie par un

68. Webb, Calvin. 1982. The Impacts of Linear Developments, Resource Extraction, and Industry on the Agricultural Land Base. ECA 82-I7/IB25, Conseil de l'environnement de l'Alberta. Edmonton. 87 pages.

Le rapport en titre donne une perspective des problèmes que causeront au territoire agricole les activités para-urbaines que l'auteur regroupe en trois catégories principales:

1) les aménagements rectilignes, dont les lignes de transmission, les routes et les pipelines;

2) l'extraction des ressources--soit l'exploitation de la houille, l'exploration et l'extraction de pétrole et de gaz naturel;

3) l'industrie--y compris les terres à vocation industrielle (soit les parcs industriels), la production d'énergie thermique et les industries de traitement du gaz naturel, et les industries de fabrication.

Le rapport fournit des données sur la superficie des terres occupées par ces diverses installations, ainsi que sur la qualité de ces terres, et il évalue brièvement les difficultés de concilier les répercussions qui en découlent avec le potentiel agricole à long terme de ces terres. Le document étudie également la façon dont les lois, les politiques et les décisions adoptées en cette matière peuvent se répercuter sur l'utilisation des terres.

Les répercussions sont classées en trois groupes principaux:

1) l'utilisation des terres à des fins non agricoles pouvant servir à la culture,

2) la réduction de la productivité des terres attribuable aux changements dans les propriétés physiques et chimiques du sol,

3) l'augmentation des coûts de l'exploitation agricole.

Même si l'impact global des aménagements rectilignes, de l'extraction des ressources et de l'implantation industrielle sur le territoire agricole albertain demeure inconnu, l'auteur juge qu'il est d'importance et qu'il s'intensifiera au cours des années à venir. De plus, il semble qu'aussi longtemps que le gouvernement et l'industrie répondront aux exigences de la communauté pour des biens et des services de moindre qualité, le public ne sera que très peu enclin à restreindre ses revendications, ce qui s'avérerait pourtant un moyen de conserver le patrimoine agricole. Par conséquent, le gouvernement se doit d'être le chef de file lorsqu'il s'agit de mettre en application une éthique de conservation des sols véhiculée par l'éducation, l'exemple, l'établissement de prix ou l'adoption de lois.

certain nombre d'agriculteurs. Les techniques de labour léger et de culture sans labour offrent de nombreuses possibilités à ceux qui désirent intensifier la conservation du sol, bien qu'elles ne soient pas économiques à cause du coût élevé des herbicides qu'il faut employer. Le document présente des suggestions d'encouragements dont pourraient bénéficier ceux qui adopteraient volontairement des techniques de conservation du sol, par exemple: de meilleures conditions d'emprunt, des programmes améliorés d'aide gouvernementale, comme le programme fédéral-provincial d'assurance-récolte et le programme de stabilisation concernant le grain de l'Ouest ainsi que la création de nouveaux programmes.

70. Zentner, R.P., C.A. Campbell, D.W.L. Read et C.H. Anderson. 1984. "An Economic Evaluation of Crop Rotations in Southwestern Saskatchewan." Canadian Journal of Agricultural Economics, 32: 1, mars, p. 37-54.

C'est le système de rotation jachère-blé échelonné sur deux ans qui a toujours prédominé dans le sud-ouest de la Saskatchewan. La jachère comporte des avantages économiques tels que des rendements agricoles plus élevés et plus stables grâce à de plus grandes réserves d'humidité dans le sol pendant la saison de croissance, à l'accumulation d'azote dans le sol et à un système amélioré de lutte contre les mauvaises herbes et les insectes. Cependant, cette méthode comporte des incovénients à court et à long terme. Dans l'immédiat, le producteur perd des revenus du fait qu'il laisse sa terre en jachère pendant une saison de culture, et il dépense de l'argent pour détruire les mauvaises herbes pendant la période de jachère de vingt-et-un mois. A long terme, la jachère augmente le taux de dégradation du sol et accentue la pollution de l'environnement. Ce sont les producteurs qui décident de mettre les terres en jachère. Comme ils n'en assument pas tous les coûts, on peut considérer, d'un point de vue sociétal, la jachère est utilisée plus souvent qu'il ne serait souhaitable de le faire. Le présent document évalue le rendement économique de certaines formes de rotation des cultures en vue d'en tirer certains renseignements qui aideraient les producteurs, les scientifiques et les analystes des programmes à

comprendre la situation et à prendre des décisions judicieuses pour l'avenir, en ce qui a trait à l'utilisation plus efficace de la jachère d'été.

Les producteurs devraient penser à choisir une forme de rotation plus longue qu'auparavant, soit la rotation du blé sur trois ans. Même si les producteurs doivent être prêts à assumer certains risques supplémentaires au point de vue du rendement, et à ne pas compter sur un revenu stable, l'assurance-récolte peut minimiser les effets qu'entraînerait ce choix. Les auteurs déconseillent fortement la monoculture du blé par rapport à la rotation échelonnée sur trois ans; la première convient seulement lorsque l'on prévoit des hausses du prix des céréales et des quotas de livraison et dans les cas où des producteurs ont les moyens financiers d'acheter d'autres terres pour poursuivre cette technique et de subir d'importantes fluctuations de leur revenu. Les producteurs devraient penser à intercaler la culture du lin, du seigle d'automne ou de l'avoine fourragère dans les systèmes de rotation de la culture du blé seulement lorsque le prix de ces céréales est élevé par rapport à celui du blé, ou lorsqu'on prévoit une baisse des quotas de livraison du blé comparativement à ceux des autres céréales. La réduction de la jachère d'été ainsi proposée devrait avoir des effets bénéfiques à long terme et réduire la dégradation du sol et la pollution de l'environnement.
Toutefois, comme les résultats de cette étude ne reflètent pas entièrement les coûts qu'entraîne la jachère d'été, les recherches doivent se poursuivre en vue d'obtenir une mesure plus précise des coûts à long terme.

71. Zentner, R.P. et C.W. Lindwall. 1978. "An Economic Assessment of Zero Tillage in Wheat-Fallow Rotations in Southern Alberta." Économie agricole du Canada, 13: 6, 1-6.

La présente étude vise à déterminer la possibilité, au point de vue économique, de produire du blé de printemps sur des champs non labourés dans les prairies de l'Ouest du Canada, et à évaluer l'efficacité des herbicides utilisés en remplacement du labour mécanique. Les résultats d'une étude portant sur des assolements biennaux et triennaux de la culture du blé démontrent que la culture sans labour peut faire réaliser des économies substantielles en matière de main-d'oeuvre, de carburant et d'huile et en termes de frais de réparation de la machinerie et de frais généraux. De plus, des rendements céréaliers supérieurs grâce à une meilleure conservation de l'humidité et à une méthode améliorée de lutte contre l'érosion du sol par un apport important de résidus superficiels, font de la culture sans labour une solution de rechange intéressante. Cependant, cette technique n'a un avantage économique réel sur le labour conventionnel que si les économies réalisées sur les coûts de main-d'oeuvre et de machinerie, alliées au supplément de revenu généré par des rendements plus élevés, excèdent le coût supplémentaire en herbicides. Par conséquent, la technique de la culture sans labour offre des possibilités optimales lorsqu'il s'agit d'une remise en culture qui exige peu d'herbicides et dont les rendements sont très prometteurs. En outre, une étude des aspects agronomiques et économiques de cette méthode est essentielle, avant que ne soit recommandée la pratique de la culture sans labour sur une grande échelle.

SÉRIE DE DOCUMENTS DE TRAVAIL

N° 1: L'écologie et la récupération des terres perturbées par l'activité minière: Bibliographie sélective de la littérature canadienne. I.B. Marshall, 1980. En 73-4/1F. ISBN 0-662-50724-X.

N° 2: Analyse des expériences américaines dans la modification de l'utilisation des terres pour la conservation de l'énergie. W.R. Derrick Sewell et Harold D. Foster, 1980. En 73-4/2F. ISBN 0-662-90808-2.

N° 3: Les effets de l'établissement d'ex-citadins en milieu rural: une rétrospective de la littérature canadienne. James D. McRae, 1980. En 73-4/3F. ISBN 0-662-90809-0.

N° 4: Incidences des programmes fédéraux sur les terres dans le district régional de la vallée de la Cowichan en Colombie-Britannique. Lorna R. Barr, 1980. En 73-4/4F. ISBN 0-662-90810-4.

N° 5: L'effet sur l'utilisation des terres agricoles des politiques et programmes du gouvernement fédéral dans le comté de Kings en Nouvelle-Écosse. S.G. Ryle et P. Gervason, 1980. En 73-4/5F ISBN 0-662-90811-2.

N° 6: Conservation de l'énergie par la planification de l'utilisation des terres. Synthèse du symposium de Montréal, 26-28 mars 1980. W.R. Derrick Sewell et Harold D. Foster, 1980. En 73-4/6F. ISBN 0-662-11088-9.

N° 7: Procédés d'évaluation au Canada et leur utilisation dans la préservation des terres agricoles. James D. McCuaig et Heather J. Vincent, 1980. En 73-4/7F. ISBN 0-662-90813-9.

N° 8: Les effets des programmes fédéraux sur l'utilisation des terres dans la vallée de Windermere. J.D. McCuaig et E.W. Manning, 1980. En 73-4/8F. ISBN 0-662-91109-1.

N° 9: Problématique de l'utilisation du sol au Canada. E.W. Manning, 1980. En 73-4/9. ISBN 0-662-51142-5.

N° 10: Établissement d'une échelle de vulnérabilité écologique aux précipitations acides: Étude d'impact. Document général et résultats d'une conférence sur les indices d'une échelle relative au transport des pluies acides sur de grandes distances. Évaluation d'impact du groupe de travail. Canada/États-Unis, Détroit (Michigan), 2 décembre 1980. D.W. Cowell, A.E. Lucas et C.D.A. Rubec, 1981. En 73-4/10F. ISBN 0-662-91106-7.

N° 11: Les effets des ports pour petits bateaux sur l'utilisation des terres: une étude préliminaire. E.W. Manning, J.D. McCuaig, V.P. Neimanis et E.M. Peterson, 1981. En 73-4/11F. ISBN 0-662-91112-1.

N° 12: Les terres et l'automobile: Bibliographie sélective. Wendy Simpson-Lewis et Ruth McKechnie, 1981. En 73-4/12. ISBN 0-662-51259-6.

N° 13: L'utilisation agricole des terres de faible rendement: résumé et bibliographie. K.G. Beattie, W.K. Bond et E.W. Manning, 1981. En 73-4/13F. ISBN 0-662-91113-X.

N° 14: Systèmes de classification de l'utilisation des terres: aperçu général. Robert C. Scace, 1981. En 73-4/14F. ISBN 0-662-91097-4.

N° 15: Enquête sur les besoins des usagers en matière de données sur l'utilisation des terres: programme de surveillance de l'utilisation des terres au Canada. D.M. Gierman, 1981. En 73-4/15F. ISBN 0-662-91098-2.

N° 16: Problèmes associés à la cartographie des boisés improductifs utilisant le système de classification de l'utilisation des terres de l'ITC: région d'Halifax, Nouvelle-Écosse. Peter N. Duinker, 1981. En 73-4/16F. ISBN 0-662-91099-0.

N° 17: Système de classification pour la surveillance de l'utilisation des terres. D.M. Gierman, 1981. En 73-4/17F. ISBN 0-662-91100-8.

* N° 18: Earth Sciences of the Hudson Bay Lowland: Literature Review and Annotated Bibliography. D.W. Cowell, 1981. En 73-4/18E. ISBN 0-662-11539-2.

N° 19: Les caractéristiques des écosystèmes terrestres touchées par les précipitations acides au Canada. C.D.A. Rubec, 1981. En 73-4/19F. ISBN 0-662-11562-7.

N° 20: Inventaire des données foncières du gouvernement fédéral. Arthur Petch et Sandy Macenko, 1981. En 73-4/20F. ISBN 0-662-91804-5.

N° 21: Incidences des activités fédérales sur l'utilisation des terres fruitières: Vallée de l'Annapolis. Paul D. Bircham, 1983. En 73-4 /21F. ISBN 0-662-91567-4.

N° 22: L'établissement d'ex-citadins en milieu rural: étude de cas dans la proche campagne de Montréal et Ottawa. James D. McRae, 1982. En 73-4/22F. ISBN 0-662-91416-3.

N° 23: Méthodes d'évaluation des répercussions sur l'espace rural des futures expansions urbaines. Chris Coklin et Barry Smit, 1983. En 73-4/23F. ISBN 0-662-91655-7.

* Cette publication est disponible seulement dans la langue écrit du bureau régional, comme indiqué par le titre.

N° 24: Méthodes d'échantillonnage aréolaire selon les besoins et objectifs de la surveillance de l'utilisation des terres. C.R. Bryant et L.H. Russwurm, 1983. En 73-4/24F. ISBN 0-662-92086-4.

N° 25: Méthodes pour préserver les habitats fauniques. Bill Haigis et Will Young, 1983. En 73-4/25F. ISBN 0-662-92035-X.

N° 26: Changement d'utilisation des terres dans les milieux humides du Canada. Pauline Lynch-Stewart, 1983. En 73-4/26F. ISBN 0-662-92187-9.

N° 27: Aperçu général de la gestion des terres de la Couronne au Canada. S.L. Macenko et V.P. Neimanis, 1983. En 73-4/27F. ISBN 0-662-92121-6.

N° 28: Aperçu des systèmes d'aménagement des terres au Canada. R. Audet et A. Le Henaff, 1984. En 73-4/28F. ISBN 0-662-92290-5.

N° 29: L'abandon des terres agricoles en Gaspésie: Les causes et les impacts sur l'utilisation des terres. Diane Lamoureux (non publié). En 73-4/29F. ISBN 0-662-92294-8.

N° 30: La propriété étrangère des terres et le marché foncier au Canada. E. Neville Ward et Susan J. Reid-Sen (non-publié). En 73-4/30F. ISBN 0-662-92747-8.

N° 31: Les terres marginales du comté de Kent au Nouveau-Brunswick: leurs utilisations actuelles et potentielles. Maurice Mondale, avec Maritime Resource Management Service, 1984. En 73-4/31F. ISBN 0-662-92566-1.

N° 32: Incidences sur l'utilisation des terres de l'aide financière aux infrastructures municipales de la SCHL, 1961 à 1980. Paul D. Bircham et Wayne K. Bond, 1984. En 73-4/32F. ISBN 0-662-92525-4.

N° 33: Les effets des activités du gouvernement fédéral sur l'utilisation des terres dans le comté de Renfrew en Ontario. Nicole Lavigne (non-publié). En 73-4/33F. ISBN 0-662-92534-3.

* N° 34: Land Use Monitoring on Wetlands in Southwestern Fraser Lowland, British Columbia. Paul Pilon et M. Anne Kerr, 1984. En 73-4/34E. ISBN 0-662-13142-8.

N° 35: Administration fédérale des ressources du sous-sol au Canada. S.L. Macenko et M.J. Williams, 1984. En 73-4/35F. ISBN 0-662-92637-4.

* Ces publications sont disponibles seulement dans la langue écrit du bureau régional, comme indiqué par le titre.

* N° 36: A Manual for Regional Targeting of Potential Soil Erosion and Sediment Loading Problems. Elizabeth A. Snell, 1984. En 73-4/36E. ISBN 0-662-13192-4.

N° 37: La Dégradation des Terres Agricoles de la Prairie Canadienne: Guide des Publications et Bibliographie Annotée. Paul Bircham et Hélène Bruneau, 1985. En 73-4/37F. ISBN 0-662-93032-0.

N° 39: Milieux Humides de la Région de Montréal 1966-1981. J. Champagne et M. Melançon, 1985. En 73-4/39F. ISBN 0-662-53591-X.

N° 40: L'impact sur les terres du programme de sortie de drainage municipal établi dans le cadre de l'entente auxiliaire Canada-Ontario pour l'est de l'Ontario: Une première évaluation. Charles P. Cecile et Michal J. Bardecki avec la collaboration d'Elizabeth A. Snell, 1985. En 73-4/40F. ISBN 0-662-93261-7.

N° 41: Sensibilité à l'acidification des lacs du bouclier canadien: analyse et interprétation de données géologiques et biophysiques de 158 bassins versants du sud du Québec. M. Lachance et D. Gamache, 1985. En 73-4/41F. ISBN 0-662-93136-X.

* Ces publications sont disponibles seulement dans la langue écrit du bureau régional, comme indiqué par le titre.